4° Techn
83

# Praktiſche Anweiſung

zur

# Waſſerbaukunſt,

welche

eine Anleitung zur Entwerfung, Veranſchlagung und Ausführung der am gewöhnlichſten vorkommenden Waſſerbaue

enthält.

---

Herausgegeben

von

**Johann Albert Eytelwein**

Königlich Preußiſchen geheimen Ober-Bau-Rathe.

---

## Drittes Heft.

Von den Bollwerken und Futtermauern.

---

Mit 8 Kupfertafeln.

---

Berlin, 1805.

In der Realſchulbuchhandlung.

STADTBIBLIOTHEK AUGSBURG

# Inhalt des dritten Hefts.

## Sechſter Abſchnitt.

### Vom Bau der Erdbekleidungen.

Seite

Zweck der Erdbekleidungen. Sind nicht mit Deckwerken an Strömen zu verwechſeln. Raſenbekleidungen, Bollwerke und Futtermauern . . . . §. 100. 9.

Von den Raſenbekleidungen.

Böſchung und Ausladung derſelben. Können die Ufer nicht gegen den Strom ſchützen. Kopfraſen. Deckraſen . . . . . . §. 101. 10.
Raſenſtechen . . . . . . §. 102. 11.
Einfüßige Böſchung iſt am zuträglichſten. Führung der Arbeit bei der Bekleidung mit Kopfraſen. Beſteck. Planirſpade . . . . . §. 103. 11.
Bekleidung mit Deckraſen . . . . . §. 104. 12.
Sicherung des Fußes der Böſchung . . . . . §. 105. 13.

Vom Bau der Bollwerke.

Nöthige Ueberlegung vor der Wahl zum Bau eines Bollwerks . . §. 106. 13.
Kennzeichen von der Güte des Holzes zu Waſſerbauen . . §. 107. 14.
Theile eines Bollwerks. Einrammen der Pfähle und Anſchneidung der Zapfen . . §. 108. 15.
Holm. Eckpfähle. Stoßen des Holms . . . . §. 109. 17.
Bekleidung mit Bohlen . . . . . . §. 110. 18.
Sicherung gegen Unterſpühlung . . . . . §. 111. 19.
Geländer . . . . . . . §. 112. 20.
Anſtrich der Bollwerke . . . . . . §. 113. 20.
Erdanker mit Keilzapfen. Bügel. Ankerbolzen. Verborgene Keilzapfen . . §. 114. 21.
Erdanker mit doppelten Pfählen und Ankerkeil. Ankerſtrebe. Klaue . . §. 116. 24.
Länge der Ankerbalken. Wo ſie am Bollwerkspfahl anzubringen ſind . . §. 117. 24.
Abſtand der Anker von einander . . . . . §. 118. 26.
Verankerung ohne Ziehbänder . . . . . §. 119. 26.
Doppelte Verankerung . . . . . . §. 120. 27.
Veranſchlagung der Bollwerke . . . . . . §. 122. 28.

## Vom Bau der Futtermauern.


| | | Seite |
|---|---|---|
| Steine zu den Futtermauern. | | |
| Feldſteine | §. 123. | 31. |
| Bruchſteine | §. 124. | 32. |
| Werkſtücke oder Quader | §. 125. | 33. |
| Gebrannte Ziegel oder Klinker. Streichen und Brennen derſelben | §. 126. | 34. |
| Erforderliche Geſtalt der Ziegel. Auswahl. Anzahl zu einer Schachtruthe Mauerwerk | §. 127. | 35. |
| Roher Kalkſtein. Gebrannter Kalk. Weißkalk. Mörtel | §. 128. | 37. |
| Brennen des Kalks | §. 129. | 39. |
| Sand zum Mörtel | §. 131. | 42. |
| Löſchen des Kalks. Bereitung des Sandmörtels | §. 132. | 43. |
| Rother Mörtel. Maſchine zum Zermalmen der Ziegel | §. 133. | 45. |
| Bereitung des Cements aus Traß | §. 134. | 46. |
| Bereitung des Cements aus Puzzolane u. d. gl. | §. 135. | 48. |
| Verſchiedene Geſtalten welche die Futtermauern erhalten | §. 136. | 50. |
| Tafeln zur Beſtimmung der Abmeſſungen für Futtermauern von verſchiedenen Geſtalten | §. 137. | 51. |
| Unterſuchung des Bodens, nebſt den Fällen in welchen ein liegender oder Pfahlroſt anzulegen iſt | §. 138. | 52. |
| Verfertigung des liegenden Roſtes | §. 139. | 66. |
| Spundwand vor demſelben | §. 140. | 67. |
| Roſt mit einer Ecke | §. 141. | 68. |
| Liegender Roſt beim Quai Bonaparte | §. 142. | 70. |
| Verfertigung des Pfahlroſtes | §. 143. | 70. |
| Spundwand vor dem Pfahlroſt | §. 144. | 71. |
| Verband der Werkſtücke | §. 145. | 73. |
| Zuſammenfügung derſelben | §. 146. | 74. |
| Eckverbindungen. | §. 147. | 76. |
| Verbindungen in der Lagerfläche | §. 148. | 77. |
| Deckplatten | §. 150. | 79. |
| Bearbeiten und Vergießen der Werkſtücke | §. 151. | 80. |
| Verfahren beim Bau | §. 152. | 81. |
| Abtreppen des Mauerwerks. Füllerde | §. 153. | 83. |
| Verſtreichen der Fugen | §. 154. | 85. |
| Berechnung der Werkſtücke. Arbeitszoll. Anſchlag | §. 155. | 87. |
| Futtermauern von gebrannten Steinen | §. 156. | 87. |
| Befeſtigung der Schiffe an den Futtermauern | §. 157. | 94. |
| Treppen | §. 158. | 96. |
| Quai Pelletier und de l'Horloge | §. 159. | 97. |
| | §. 160. | 98. |


### Anhang zum ſechſten Abſchnitt.


| | | |
|---|---|---|
| Ueber den Druck der Erde gegen Futtermauern, nebſt Beſtimmung der Abmeſſungen dieſer Mauern | §. 161. | 101. |
| Beſtimmung des Orts, wo die Ankerbalken bei Bollwerkspfählen angebracht werden müſſen | §. 190. | 131. |
| Ueber das Eindringen der Rammpfähle | §. 197. | 137. |

# Vorrede.

Die beiden erſten Hefte dieſer praktiſchen Anleitung zur Waſſerbaukunſt, welche von dem Herrn Geheimen Ober Bau-Rath Gilly und mir gemeinſchaftlich herausgegeben ſind, würden noch ferner ein gemeinſchaftliches Werk geblieben ſeyn, wenn nicht die Herausgabe einer andern für die Architektur eben ſo wichtigen Schrift, die Fortſetzung der Sammlung von Aufſätzen und Nachrichten die Baukunſt betreffend, meinen hochgeſchätzten Herrn Collegen an der fernern Theilnahme verhindert hätten. Ich übernahm daher nach Beendigung des zweiten Hefts, zu welchem die gemeinſchaftlichen Materialien zureichten, die mir überlaſſene Fortſetzung und alleinige Bearbeitung des ganzen Werks, ſo daß nur das bisher erſchienene erſte und zweite Heft, als eine gemeinſchaftliche Arbeit angeſehen werden kann. In Abſicht dieſes dritten Hefts muß ich nur noch bemerken, daß es mir bei der Ausarbeitung deſ-

ſelben

ſelben bequemer und nützlicher geſchienen hat, wenn diejenigen Gegenſtände, welche eine etwas umſtändliche mathematiſche Auseinanderſetzung erfordern, als ein beſonderer Anhang einem jeden Hefte beigefügt werden. Auch wird es keiner Entſchuldigung bedürfen, daß ich die Lehre von den Bollwerken und Futtermauern in dieſem Hefte etwas umſtändlich auseinander geſetzt habe, weil die Anleitung zum Bau der Kammer- und Flügelwände bei den Schleuſen gröſtentheils hiemit übereinkommt, ſo daß in demjenigen Hefte, welches die Anweiſung znm Bau der Schleuſen enthalten ſoll, mehr Raum für die übrigen wichtigen Theile dieſer Gebäude gewonnen wird.

Berlin im May 1805.

J. A. E.

# Sechſter Abſchnitt.

## Vom Bau der Erdbekleidungen.

§. 100.

Damit bei Erderhöhungen, durch den Regen oder das am Fuß der Erhöhung befindliche Waſſer die Erde nicht abgeſpült werde, oder auch um das Abſchießen derſelben, welches aus ihrem Gewicht entſteht, zu verhindern, theils auch um eine ſichere und bequeme Paſſage längs dem Ufer an einem Gewäſſer zu erhalten, bedient man ſich einer **Erdbekleidung**, (Tectorium, *Revêtement*) die gewöhnlich von Raſen, Holzwerk oder Steinen verfertigt wird.

Von den Erdbekleidungen ſind die beim Strombau üblichen Uferbefeſtigungen oder Deckwerke zu unterſcheiden, welche zur Verhütung des Abbruchs an den Stromufern von Faſchinen angelegt werden und nur etwa einen Fuß über das Mittelwaſſer hervorragen, wogegen die Erdbekleidungen auf jede erforderliche Höhe über den Waſſerſpiegel erbaut werden können, welches deshalb mit Faſchinenwerken nicht ſtatthaft iſt, weil die Reiſer über dem Waſſer vertrocknen. Vorzüglich erhalten die Stromufer in den Städten oder die Ufer der Kanäle in der Nähe von Gebäuden, die Kammerwände der Schleuſen und die Seitenflügel bei Schleuſen, Brücken und Ueberfällen, dergleichen Erdbekleidungen.

Wenn man die Wahl hat und der Erdeinfaſſung eine hinlängliche Abdachung oder Böſchung geben kann, ſo ſind die Erdeinfaſſungen mit Raſen die vortheilhafteſten, weil ſie dauerhaft ſind und die wenigſten Bau- und Unterhaltungskoſten verurſachen. Die Erdbekleidungen von Holz oder Steinen, welche auch **Kajen**, **Schälungen**, **Vorſetzen** genannt werden, ſind koſtbarer als die Einfaſſung mit Raſen, ſie können aber ganz ſteil erbaut werden und müſſen

deshalb, wenn der Raum zur Böſchung fehlt, den Raſenbekleidungen vorgezogen werden.

Die hölzernen Erdeinfaſſungen, welche aus eingerammten und mit Bohlen bekleideten Pfählen beſtehen, und unter dem Namen der **Bollwerke** vorkommen, ſind ungeachtet ihres häufigen Gebrauchs, die ſchlechteſten Einfaſſungen, die es in Abſicht der Dauer geben kann, weil ſie gewöhnlich alle 15 bis 20 Jahre neu erbaut werden müſſen und außerdem beträchtliche Reparaturen verurſachen. Nur der Ueberfluß an Holz oder der Mangel an Baufond, kann die Anlage der Bollwerke entſchuldigen. Auf alle Fälle iſt es zweckmäßiger eine ſteinerne Erdbekleidung oder **Futtermauer, Schälungsmauer**, (*Quai*) anzulegen; denn wenn ſolche gleich anfänglich größere Ausgaben als die Bollwerke verurſacht, ſo iſt doch in Abſicht ihrer Dauer der Vortheil gegen die Bollwerke überwiegend.

## Von den Raſenbekleidungen.

§. 101.

Locker aufgeſchüttete Erde pflegt gewöhnlich eine ſolche Abdachung oder **Böſchung**, (Declivitas, *Talut*) anzunehmen, daß ſie unter einem Winkel von 45 Grad gegen den Horizont liegen bleibt; iſt ſie mit vielem Sande vermiſcht, ſo wird die Böſchung größer oder der Böſchungswinkel kleiner. Man pflegt zur Beſtimmung der Böſchung, wenn ſolches nicht durch den Böſchungswinkel geſchiehet, das Verhältniß der Ausladung zur Höhe anzugeben, wobei die Höhe als Einheit angenommen wird. Es ſei Fig 1. AB die Böſchung, AC die Höhe und BC die **Ausladung**, welche $1\frac{1}{2}$ mahl ſo groß als die Höhe iſt, ſo ſagt man daß AB eine **anderthalbfüßige Böſchung** iſt, weil auf jeder Fußhöhe $1\frac{1}{2}$ Fuß Ausladung kommt. Wäre die Ausladung der Höhe gleich, ſo heißt dies eine **einfüßige Böſchung**. Eben ſo ſieht man was unter einer vierzölligen, ſechszölligen; zweifüßigen, dreifüßigen ꝛc. Böſchung verſtanden wird. (Tafel XXIX. Fig. 1.)

Feſtgeſtampfte Erde erhält zwar einen beträchtlichen Zuſammenhang auf ihrer Abdachung, dieſe hat aber doch nicht Feſtigkeit genug ſich bei ſtarken Regengüſſen zu erhalten, wenn nicht dafür geſorgt wird, daß die Böſchung begrünt oder mit Gras bewachſen iſt, welches dadurch geſchehen kann, daß man die Böſchung im zeitigen Frühjahre mit Heuſaamen beſäet. Beſſer iſts, die Böſchung mit Raſen zu bekleiden, weil ſolche dadurch gleich gegen das Auswa-

ſchen vom Regen geſichert wird. Man kann entweder die Raſen wie Mauerſteine horizontal aufeinander legen, alsdenn heißen ſie **Kopfraſen**, oder man legt ſie wie Flieſen neben einander auf die Erdböſchung, in welchem Falle ſie **Deckraſen** genannt werden.

Dieſe Art die Böſchung zu befeſtigen, kann aber nur über dem Waſſer angewandt werden. Unter dem Waſſer kann zwar eine hinlängliche Abdachung in vielen Fällen das Ufer erhalten, wenn aber ein ſtarker Stomſtrich anfällt, beträchtlicher Wellenſchlag oder Eisgang entſteht, ſo geht die Böſchung häufig verloren und man kann nur die Ufer ſo weit ſie vom Waſſer beſpült werden entweder durch Deckwerke von Faſchinen in der erforderlichen Geſtalt erhalten, wozu in meiner Anweiſung zum Faſchinenbau die nöthige Anleitung gegeben iſt, oder man muß Futtermauern oder Bollwerke anlegen.

## §. 102.

Die **Raſen** oder Soden deren man ſich zur Bekleidung der Böſchungen bedient, werden gewöhnlich 12 Zoll lang, 6 Zoll breit und 3 bis 4 Zoll dick geſtochen. Zum Stechen der Raſen bedient man ſich gewöhnlicher Spaden mit ebenen Spadeeiſen und mit einer Krücke am Stiel, wie Figur 68. d. Damit Taf. VII. Fig. 68.
alle Raſen gleiche Größe erhalten, ſo wird auf dem grünen Platz wo man ſtechen will eine Schnur angeſpannt und mit einer Axt eine etwa 3 bis 4 Zoll tiefe Spalte gehauen oder mit dem Spaten geſtochen. Zwölf Zoll davon kommt wieder eine neue Spalte mit der vorigen parallel und auf eben die Art mehrere. Nun wird von 6 zu 6 Zoll zwiſchen zwei Spalten der Raſen ausgeſtochen und dafür geſorgt, daß die einzelnen Raſen nicht zu lange der Sonnenhitze ausgeſetzt ſind, ſondern bald in Haufen zu 100 Stück neben einander geſetzt werden, ſo wie man auch beſonders bei ſehr trockner Jahrszeit, den Raſen bald verarbeiten muß, weil ſonſt die Graswurzeln vertrocknen. Man bezahlt für das hundert Raſen vorſchriftsmäßig auszuſtechen und aufzuſetzen im Durchſchnitt 2 Gr.

## §. 103.

Man könnte zwar ſehr ſteile und allenfalls lothrechte Wände mit Kopfraſen aufführen; dieſe würden aber nur die erſte Zeit von Dauer ſeyn, weil ſehr ſteil aufgeführte Raſenwände ſelten begrünen, alſo leicht vertrocknen und vom Regen ausgewaſchen werden. Daher gibt man den Raſenbekleidungen wenig-

ſtens eine einfüßige Böſchung, weil der Raſen unter dieſer Neigung noch gut auswächſt. Im äußerſten Fall kann man bei einer guten Erde, eine dreivier=telfüßige Doſſirung annehmen.

Die Bekleidung wird am beſten bei feuchter Witterung, oder im Frühjahr oder Herbſt ausgeführt. Man ebnet alsdann das Terrain wo der Fuß der Bö=ſchung hinkommen ſoll, nach der Setzwage, wenn zuvor die Linie für den Fuß abgepfählt iſt. Damit nun bei einer Bekleidung mit Kopfraſen die einzelnen Ra=ſen nach der Länge grade neben einander kommen und gehörig eingezogen wer=
Tafel XXIX. den können um die vorgeſchriebene Böſchung zu erhalten, werden alle 5 Ruthen
Fig. 2. **Beſtecke** oder Profile von graden Latten wie ABC Figur 2. errichtet, welche ge=nau im Lichten die erforderliche Höhe und Böſchung angeben und woran man Leinen wagerecht befeſtigt, welche als Richtſchnur zum Setzen der Raſen die=nen. Die Schichten müſſen ſo viel wie möglich horizontal gelegt werden, indem man abwechſelnd eine Reihe Läufer mit der langen Seite der Raſen nach vor=ne, und eine Reihe Strecker, mit der ſchmalen Seite des Raſens nach vorne bringt, und darauf ſieht, daß unter den auf einander folgenden Schichten ein ordentlicher Verband entſtehet, damit nicht zwei Fugen unmittelbar über einan=der kommen. Die Raſen werden mit dem grünen Theil unterwärts gelegt, weil ſie alsdann beſſer auswachſen, auch pflegt man, wenn eine Schicht durchgelegt iſt, ſo viel Füllerde heran zu ſchippen und feſt zu treten, daß die Füllerde auf einige Fuß breit eben ſo hoch liegt als die letzte Raſenſchicht. Alle 4 bis 5
Fig. 3. Schichten pflegt man auch mit einer Handramme, Figur 3., welche aus hartem Holze beſtehet, 3 Fuß lang und unten 12 bis 14 Zoll im Geviert ſtark iſt, die Füllerde hinter dem Raſen feſt zu rammen, ſo wie auch bei ſehr trockner Witterung, die Raſenſchichten zuweilen mit Waſſer begoſſen werden können.

Iſt die Raſenböſchung profilmäßig fertig und die dahinter befindliche Füll=erde feſt gerammt, ſo wird mit einem **Planir=Spaden** die Böſchung geebnet. Dieſe Planirſpaden ſind von den gewöhnlichen Spaden nur darin verſchieden, daß ſie einen langen Stiel haben und daß ihr Spadeeiſen ſehr ſcharf und eben iſt.

## §. 104.

Eine Raſenbekleidung welche nach der hier gegebenen Anweiſung verfertigt wird, iſt im Durchſchnitt 9 Zoll dick und man rechnet daß auf jede Quadrat=ruthe 600 Stück 4 Zoll dicke oder 800 Stück 3 Zoll dicke Raſen erfordert werden. Im Durchſchnitt koſtet die Quadratruthe zu ſetzen, ohne den Trans=port der Raſen 8 Gr.

Um

Um Koſten zu erſparen, läßt man auch wohl die Raſen nicht auf einander packen, ſondern bedient ſich der Bekleidung mit Deckraſen, indem vorher die Böſchung der Füllerde geebnet und die Raſen platt darauf neben einander, wie Flieſen auf einem Fußboden gelegt werden. In dieſem Fall muß aber die Böſchung wenigſtens anderthalbfüßig ſeyn und dennoch iſt es nothwendig, die Raſen mit hölzernen 6 Zoll langen Pflöcken anzunageln. Daß dieſe Bekleidung mit Deckraſen bei weitem nicht die Dauer der im vorigen §. beſchriebenen mit Kopfraſen haben kann, iſt einleuchtend. In der Schrift: der Terraſſierer (Weimar 1803. S. 21.) wird verlangt, daß jeder Kopfraſen mit einem hölzernen Nagel befeſtigt werden ſoll. Dieſe Vorſicht iſt aber nur bei vorſpringenden Ecken und bei den oberſten an der Kante der Abdachung liegenden Raſen nothwendig, weil die übrigen hinlänglich feſt liegen, ſo bald nur die Arbeit tüchtig verfertigt iſt.

§. 105.

Iſt der Fuß einer Raſenböſchung ſo gelegen, daß derſelbe nicht unmittelbar an einem Strom liegt, aber doch zuweilen vom Waſſer beſpült wird, ſo iſt es vortheilhaft längs demſelben auf 6 bis 12 Fuß breit, eine Pflanzung von Strauchweiden anzulegen, welche den Fuß der Böſchung gegen die Wellen und andere Waſſerbeſchädigungen ſchützt, ſo bald nur die Pflanzung ordentlich angelegt und gehörig unterhalten wird. Hierüber findet man in der ſchon angeführten Anweiſung zur Konſtruction der Faſchinenwerke im neunten Kapitel umſtändliche Anleitung. Es muß aber dieſe Strauchpflanzung alle drei bis vier Jahre wenn das Laub der Weiden trocken iſt, umgehauen werden, weil ſie ſonſt wenn die Sträucher zu hochſtämmig und ſtark ſind, die Böſchung nicht mehr ſo gut gegen den Wellenſchlag ſchützen, auch bei einem etwanigen Eisgange leicht abgebrochen werden.

## Vom Bau der Bollwerke.

§. 106.

Vor dem Entſchluß zur Anlage eines Bollwerks iſt wohl zu erwägen, ob nicht daſſelbe durch die Anlegung einer Raſenbekleidung entbehrt oder ob nicht mit Hülfe aller nur möglichen Erſparungen eine weit ſolidere Futtermauer erbaut werden könne. Es wird um ſo nothwendiger auf die Abſchaffung der Boll-

Bollwerke ernſtlich zu denken, weil ſolche nicht nur bei der erſten Anlage eine Menge Holz erfordern, ſondern auch, da ſie bald trocken bald naß werden, zur Unterhaltung einen bedeutenden Holzaufwand verurſachen. Dieſe Holzerſparung wird bei der jetzigen Abnahme des Bauholzes, in denjenigen Fällen um ſo mehr Pflicht für einen Baumeiſter, wenn das Holz ſo bald der Vergänglichkeit wie bei den Bollwerken ausgeſetzt iſt. Fehlt es durchaus an Mitteln zur Erbauung einer Futtermauer, und man muß dennoch wegen Mangel an Fond die Wahl des Beſſern unterlaſſen und den Holzbau wählen, ſo iſt vor allen Dingen darauf zu halten, daß nur gut ausgewachſenes kernigtes Holz verwandt werde, um die koſtbaren Reparaturen, ſo viel wie möglich zu verhüten.

Eben ſo iſt vorher zu unterſuchen, ob nicht wenigſtens ein Theil von der Höhe des Bollwerks erſpart und der oberſte Theil der Füllerde mit einer Raſenbekleidung verſehen werden könne.

## §. 107.

Das Holz zu den Bollwerken und zu mehrern andern Waſſerbauen kann aus Eichen, Buchen oder Kiefern (Kiehnen, Pinus ſylveſtris) beſtehen. Die beiden erſtern Holzarten ſind bei uns ſchon ſelten und werden daher nicht leicht verwandt ob ſie gleich in Abſicht der Dauer den Vorzug verdienen; weit häufiger aber iſt das Kiefern-Holz, welches wenn es gut ausgewachſen, geſund und kernigt iſt, unter den übrigen Holzarten als Tannen, Fichten, Erlen ꝛc. den Vorzug verdient, weil es wegen ſeiner harzigen Beſtandtheile bei einem abwechſelnden Waſſerſtande noch am meiſten der Fäule und dem Verſtocken widerſteht. Sehr oft wird dies Holz zu den Waſſerbauen in Flößen verbunden, und bis auf die Bauſtelle zu Waſſer herbei geſchafft. In dieſem Falle, kann man demſelben ſo lange es ſich im Waſſer befindet ſeine Rinde laſſen; wird es aber aus dem Waſſer gezogen und ſoll noch eine Zeit lang liegen bleiben, ſo iſt es nothwendig, die Rinde abzuſchlagen, weil ſonſt das Holz leicht verſtockt.

Unter dem Waſſer können beinahe alle Holzarten angewandt werden, ſo bald ſie beſtändig feucht bleiben; dagegen rechnet man daß eichene Bollwerkspfähle, ſo weit ſie dem Waſſerwechſel ausgeſetzt ſind nur 36 bis 40 Jahre und kieferne Pfähle unter dieſen Umſtänden nur 15 bis 20 Jahre dauern.

Holz von welchem die Raupen die Blätter oder Nadeln abgefreſſen haben, taugt eigentlich zu keinem Baue, am wenigſten aber zu Waſſerbauen, ſo wie auch hiezu das windbrüchige Holz oder wenn die Fiebern nicht grade, ſondern ſchrau-

ſchraubenförmig gewachſen ſind, nicht anzuwenden iſt. Eben ſo ſollte zu dergleichen Bauen kein kiefern Holz mit blauen Flecken und Streifen verwandt werden, weil dieſe gewöhnlich ein Zeichen ſind, daß das Holz einen Anſatz zum Stocken hat; daſſelbe gilt in Abſicht der dunkelbraunen Flecke vom Eichenholze. Hat der Kern des kiefern Holzes eine röthliche Farbe, ſo iſt dies in den meiſten Fällen ein Zeichen, daß daſſelbe überreif iſt.

Sehr oft iſt man genöthigt, das Bauholz im Walde wenn es noch nicht abgeſtämmt iſt auszuſuchen, wobei man ſich aber ſehr leicht täuſchen und die Bäume für geſund halten kann, welche nach dem Abſtämmen und Beſchlagen ſolche Fehler zeigen, die ſie für den beſtimmten Zweck unbrauchbar machen. Die vorzüglichſten Kennzeichen von der Geſundheit des kiefernen Holzes wenn es noch im Walde ſteht, beſtehen darin, daß es grade gewachſen iſt und eine dichte Krone ohne verdorrte oder abgebrochene Aeſte hat. Die Rinde muß glatt ſeyn, ohne merkliche Erhabenheiten oder auffallende Riſſe, und keine Schwämme haben. Wird der Baum auf der Mittagſeite von der Rinde entblößt oder angeſchalmt, ſo muß er, wenn mit der Axt dagegen geſchlagen wird, einen hellen Klang geben und nicht hohl klingen.

Die Geſundheit des Eichenholzes auf dem Stamm wird ebenfalls danach beurtheilt, daß der Baum keine trockne Zweige hat und daß beim Anbohren des Stammes mit einem Holzbohrer, keine verfaulte ſondern fernigte Holzſpähne heraus kommen. Die Rinde muß glatt und feſt, auch nicht zu ſehr mit Flechten und Mooß überzogen ſeyn und keine runde oder länglichte Erhabenheiten enthalten, ſo wie auch der Stamm gegen die Wurzel zu, nicht unverhältnißmäßig an Dicke zunehmen muß. Gräbt man die Wurzeln auf, ſo müſſen ſolche friſch und ſaftig und nicht verſchimmelt, faul oder ſpröde ſeyn.

Sowol in Gilly's Handbuch der Landbaukunſt, 1 Theil §. 45. u. f. als auch in Hoffmann's Hauszimmerkunſt §. 1 — 33. findet man über die Güte der verſchiedenen Holzarten mehrere Nachricht.

§. 108.

Die weſentlichen Theile eines Bollwerks (*Levée, Batte*) ſind eingerammte **Wand-** oder **Langpfähle**, A, A, A. Figur 4 und 5, zu deren Verbindung unter einander ein **Holm** (*Chapeau*) B, B aufgezapft wird. Hinter die Pfähle, kommt eine **Bekleidung** von Bohlen, wogegen die Füllerde unmittelbar drückt. Tafel XXIX. Fig. 4 u. 5.

Man

Man kann die Pfähle vertikal einrammen, weil ſie aber bei einer ſchrägen Stellung dem Erddruck mehr Widerſtand leiſten, ſo pflegt man ſie um den zwölften bis ſechsten Theil ihrer Höhe aus dem Loth zu ſetzen. Dies verurſacht zwar ein etwas beſchwerlicheres Rammen, aber der Erddruck wird auch dadurch bedeutend vermindert.

Die Länge der Pfähle ſo weit ſie aus der Erde ſtehen, richtet ſich nach der Feſtigkeit des Bodens und der Höhe der Füllerde; iſt der Boden locker und weich, ſo müſſen ſie tiefer eingeſchlagen werden als in feſte Erde. Im Durchſchnitt kann man rechnen daß die Bollwerkspfähle eben ſo tief in die Erde kommen, als ſie über derſelben hervorragen.

Bei den Grundpfählen iſt es hinreichend wenn ſie nur glatt behauen ſind, übrigens aber ihre natürliche Rundung behalten, dagegen erfordern aber die Bollwerkspfähle, daß wenigſtens diejenige Seite beſchlagen wird, gegen welche die Bohlenbekleidung kommt. Gewöhnlich läßt man dieſe Pfähle des beſſern Anſehens wegen ſo weit ſie über der Erde ſtehen, von allen vier Seiten beſchlagen.

Kommen die Pfähle an ein Gewäſſer wo ſie bei entſtehendem Froſte durch das Eis leicht gehoben werden, ſo iſt beſonders anzurathen, das dicke Stammende der Pfähle nach unten einzurammen, wenn nur hiedurch der Obertheil des Pfahls, welcher dem Erddruck widerſtehen muß, nicht zu ſehr geſchwächt wird.

Zu den Pfählen nimmt man gewöhnlich Mittelbauholz, 8 bis 10 Zoll am Zopf ſtark, und nur bei einer beträchtlichen Höhe des Bollwerks wird ſtarkes Bauholz von 12 Zoll am Zopf dazu genommen. Die größte Entfernung der Pfähle von Mittel zu Mittel nimmt man nicht über $5\frac{1}{2}$ und nicht leicht unter 4 Fuß.

So bald die Pfähle gehörig nach der Linie eingerammt ſind, wird die Höhe des Bollwerks bis zur halben Höhe des Holms an einem Pfahle eingekerbt und von hier nach den entfernteſten Pfählen mit dem Richtſcheid und der Setzwage, oder wenn die äußerſten Pfähle ſehr weit entfernt ſind, mit Hülfe eines Nivellirinſtruments, eine zweite und nöthigen Falls noch mehrere Kerbe angegeben, welche mit der erſten in einerlei wagerechten Fläche liegen. An dieſe Kerbe wird eine Schnur gelegt und an ſämmtlichen Pfählen ein Schnurſchlag gemacht, wodurch beſtimmt wird, wie hoch ein jeder Pfahl abgeſchnitten werden muß. Sind die Pfähle in ſtillſtehendem Waſſer eingerammt, ſo kann der Spiegel deſſelben zur Beſtimmung ihrer gleichen Höhe leicht benutzt werden. Wenn hierauf die Pfähle ſämmtlich, ſenkrecht auf ihre Länge abgeſchnitten ſind,

ſo wird auf dem Hirnholz *) derſelben, ein doppelter Schnurſchlag gemacht, um die Breite des Zapfens AB Figur 6 von 1½ bis 2 Zoll ſtark zu beſtimmen. Die Zapfen an den Pfählen werden nun ſo ausgearbeitet, daß ihre Höhe BC die halbe Höhe des Holms und ihre Breite AD die ganze Dicke des Pfahls erhält. Tafel XXIX. Fig. 6.

Bei der Ausarbeitung der Pfahlzapfen muß man vorzüglich darauf halten, daß die Seitenflächen derſelben parallel mit einander ſind, weil keilförmig gearbeitete Zapfen, die Holme leicht zerſprengen.

§. 109.

Zu den **Holmen** wird ſtarkes Bauholz von 11 bis 12 Zoll am Zopf ſtark genommen und ſcharfkantig behauen, nachher aber die oberſten Ecken bei AB Figur 7. abgegradet oder **abgewäſſert**. Iſt der Holm dicker als die Pfähle, ſo Fig. 7.
müſſen die Zapfenlöcher in demſelben ſo ausgeſtämmt werden, daß die hinterſte Fläche BC Fig 8. welche gegen die Füllerde gekehrt iſt, mit der hinterſten Fig. 8.
Pfahlfläche EC **bündig** wird, d. h. in einerlei Ebene fällt. Dieſes iſt deshalb nöthig, weil ſonſt die Bohlenbekleidung nicht gut angebracht werden kann, es ſei denn, daß man in dem überſtehenden Theile des Holms einen Pfalz anbringt.

Es iſt leicht einzuſehen daß es ſehr nachtheilig wäre, wenn man den Holm gänzlich durchlochen und den Pfahlzapfen, durch die ganze Höhe des Holms gehen laſſen wollte, weil in dieſem Falle das Regenwaſſer ſich durch das Hirnholz des Zapfens in das Herz des Pfahls ziehen würde. Man macht daher den Zapfen GH halb ſo lang, auch zuweilen etwas länger wie die Höhe des Holms BC, und wenn der Holm auf die Pfähle gebracht und eingezapft iſt, ſo wird ſolcher **verbohrt** und **genagelt**, wozu hölzerne Nägel genommen werden. Damit das Hirnholz des Zapfens noch ſtark genug bleibe, um nicht durch den Nagel abgeſprengt zu werden, ſo muß das Nagelloch IK Fig. 7. nahe genug an der Fig. 7.
Unterkante des Holms gebohrt werden.

Bei langen Bollwerken müſſen die Holme **geſtoßen** oder aus mehrern Stücken zuſammen geſetzt werden und es iſt hiebei nöthig, daß jedesmal der Stoßpunkt auf die Mitte eines Pfahls treffe, damit das Ende des Holms nicht ohne Unterſtützung bleibe. Man pflegt die Holme ſtumpf zuſammen zu ſtoßen, wie Figur 9 bei AB, wo der Stoßpunkt C auf die Mitte des Pfahls fällt. Fig. 9.
Hiebei

*) Unter Hirnholz wird dasjenige Ende bei einem Stücke Bauholz verſtanden, wo die Holzfaſern quer durchgeſchnitten ſind.

Hiebei entſteht aber der Nachtheil, wenn das Holz etwas zuſammentrocknet, daß der darunter befindliche Pfahl, wenn gleich der Zapfen vor dem Aufbringen des Holms mit Theer tüchtig getränkt wird, dennoch leicht verfault. Es können daher die Holme am Stoß überblattet werden wie DE Figur 10., wobei aber das Unterblatt hinlängliche Stärke behalten muß, damit ſolches vom Nagel nicht aufgeſprengt wird. An jedem Stoß des Holms wird eine eiſerne Klammer eingeſchlagen; auch jedesmal das Hirnholz, wenn es recht trocken iſt, mit Theer überſtrichen.

Tafel XXIX. Fig. 10.

Die Bollwerke werden der Holme und der Bekleidung wegen, nach graden Linien ausgeführt. Kommen Brüche vor, ſo wird allemal in den aus- oder einſpringenden Winkel ein beſonders ſtarker Pfahl als **Eckpfahl** eingeſchlagen. Ueber den Eckpfählen bricht ſich der Holm und die zuſammenſtoßenden Enden AB Figur 11 können mit dem **Schwalbenſchwanz** über einander gekämmt werden. Am Holm A befindet ſich das **Unterblatt** und an dieſem der **Kamm** ab von etwa einem bis anderthalb Zoll Höhe, worauf das **Oberblatt** am Holm B gelegt wird. Beide Blätter liegen auf dem Eckpfahl E, deſſen Zapfen F nicht wie bei den übrigen Pfählen eben ſo breit als die Dicke des Pfahls iſt, ſondern nur etwa halb ſo breit gemacht oder **geächſelt** wird. Dieſes Aechſeln des Zapfens iſt deshalb nöthig, damit das Unterblatt des Holms A noch Hirnholz behält. Bei C und D ſind die Holmſtücke A und B umgekehrt abgebildet, ſo daß man bei C das Zapfenloch im Unterblatte ſehen kann.

Fig. 11.

Das angeführte Uebereinanderkämmen der Holme kann nur dann angewandt werden, wenn die Holme hinlänglich ſtark und hoch ſind, weil man ſonſt ſolche auf den Ecken zu **vergöhren** pflegt und auf dem Eckpfahl einen **Winkelzapfen** anbringt. Eine Vergöhrung iſt Figur 12 bei A angebracht. Bei B und C ſind die einzelnen Holmſtücke abgebildet und bei D der Winkelzapfen am Eckpfahl. Damit aber der Holm den Zapfen nicht verläßt, ſo wird da wo beide Holme zuſammenſtoßen eine eiſerne Klammer eingeſchlagen, wie bei A.

Fig. 12.

## §. 110.

Die inwendige **Bekleidung** der Pfähle geſchiehet mit drei oder vierzölligen Bohlen, auch wohl von mittel Halbholz, nachdem die Füllerde hoch iſt oder die Pfähle weit auseinander ſtehen. Man hat nicht nöthig die Bohlen zu ſpunden, wenn fette Füllerde oder Lehm dahinter kommt und bei trocknen Bohlen darf nur darauf geſehen werden, daß ſolche gefugt ſcharf auf einander paſſen;

bei nicht ganz ausgetrockneten Bohlen kann man aber ſolche **ſchmiegen**, wie Figur 14, nur muß die Schmiege die in der Figur vorgeſtellte Lage erhalten. Iſt dagegen nur magere oder ſandige Erde vorhanden und kann man nicht zur beſſern Erhaltung des Holzes, hinter derſelben eine Lehmſchicht anbringen, ſo müſſen die Bohlen einen **halben Spund** wie Figur 13. erhalten. Die Bekleidung muß an den Pfählen ſo tief herunter gehen, daß keine Füllerde verlohren gehen kann, auch die Stöße der Bohlen allemal auf die Mitte der Pfähle treffen und es iſt gut, wenn man nicht alle Stöße auf einen Pfahl bringt. Tafel XXIX. Fig. 13. 14.

Das **Benageln** der Bekleidungsbohlen an den Bollwerkspfählen geſchiehet in der Regel mit hölzernen Nägeln, wobei aber darauf zu halten iſt, daß die Bohlen an den Stößen nicht aufgeſprengt werden, weshalb auch wohl zu den Stößen eiſerne Nägel, alſo zu jeder Bohle 4 ſolche Nägel genommen werden.

## §. 111.

Befindet ſich ein Bollwerk ſehr nahe an dem Ufer eines Fluſſes und hat man eine **Unterſpülung** vom Waſſer zu befürchten, ſo muß entweder ein Deckwerk von Faſchinen vorgelegt werden, oder wenn dies nicht angeht, ſo kann man zur Verhütung der Unterſpülung eine Spundwand AB Fig. 14. hinter den Langpfählen, welche bis zum Spiegel des niedrigſten Stromwaſſers reicht, einſchlagen. Wenn die Waſſertiefe nicht ſehr groß und der Boden nicht zu feſt iſt, ſo ſind 4zöllige Bohlen mit einem **Grad- oder Keilſpund**, Figur 15. zureichend, wenn ſolche tüchtig verholmt werden. Auf dieſen Holm wird die übrige Bekleidung welche zu Tage kommt, angebracht. Fig. 14. Fig. 15.

Damit der Gradſpund die erforderliche Feſtigkeit erhalte, ſo wird die ganze Dicke ab Fig. 15 der Spundbohle in vier gleiche Theile getheilt und davon die beiden mittlern Theile cd zur Stärke der Gradfeder cde genommen. Der Vorſprung der Gradfeder wird dadurch beſtimmt, daß man ce und de eben ſo groß als cd annimmt. Bei der Bearbeitung der Spundpfähle iſt überhaupt noch zu bemerken, daß die Federn einigen Spielraum in den Nuthen haben müſſen, weil ſonſt beim Quellen des Holzes die Nuthe aufſpringt, auch beim Einrammen der Pfähle zu viel Kraft auf das Klemmen und die Reibung derſelben verwandt wird.

Zuweilen werden auch die Bollwerke lediglich aus Spundpfählen verfertigt, welche gehörig verholmt werden müſſen. Ueber dieſe Bauart ſo weit ſolche die Spundpfähle betrifft, iſt ſchon das nöthige im erſten und zweiten Abſchnitt an-

geführt worden und es iſt nur noch anzuführen daß beim Aufbringen des Holms auf die Spundpfähle, die Zapfen derſelben vorher mit heißem Theer langeſtrichen, ein langer Streifen grober Leinwand oder Zwillich aufgelegt und hierauf erſt, nach vorhergegangenem nochmaligen Ueberſtreichen mit Theer, der Holm aufgebracht wird.

§. 112.

Gewöhnlich ſammelt ſich hinter den Bollwerken das Regenwaſſer, welches zum Verfaulen des Holms und der Bekleidung Veranlaſſung giebt. Es iſt daher anzurathen einen Theil der Füllerde nächſt dem Holm mit einem Steinpflaſter zu verſehen und wenn daſſelbe nicht vom Holm abwärts, abſchüſſig angelegt werden kann, etwa vier Fuß vom Holm entfernt eine Rinne C Figur 14. anzulegen, wodurch das Regenwaſſer abgeführt und vom Eindringen in die Füllerde abgehalten wird.

Tafel XXIX. Fig. 14.

Zuweilen wird auch erfordert, daß auf das Bollwerk ein hölzernes Geländer geſetzt wird. Hiebei kommt es ſehr darauf an, daß die Geländerſtiele oder Docken AB Figur 16. hinlänglich auf den Holmen E befeſtiget ſind, damit ſie von der innern Seite FC nach außen nicht übergebogen werden können. Da ſich hier keine Streben anbringen laſſen, ſo kann man zur Erreichung der erforderlichen Feſtigkeit, dem Geländerſtiel einen 5 Zoll langen und 2 Zoll ſtarken Hackzapfen B und einen etwas längern und 3 Zoll ſtarken Blattzapfen CD geben, welche durch den hölzernen Nagel D und außerdem noch durch einen breitköpfigten eiſernen Nagel bei D befeſtiget werden. Bei F wird der Geländerholm aufgezapft und bei G der Geländerriegel eingelaſſen. Anſtatt des aufgeſetzten Geländerſtiels, kann man auch den Bollwerkspfahl bis zum Geländerholm durchgehen laſſen, nur müſſen alsdann die anſtoßenden Bollwerksholme gut in den Bollwerkspfahl eingezapft werden.

Fig. 16.

§. 113.

Zur beſſern Erhaltung des Holzes an den Bollwerken, ſo weit es bald trocken bald naß wird, iſt ein Anſtrich von heißem Theer nothwendig. Dieſer darf aber nur dann aufgetragen werden, wenn das Holz recht trocken iſt. Hat ſich der heiße Theer in das Holz gut eingezogen, ſo kommt ein zweiter Ueberzug darauf, welcher ebenfalls aus Theer beſteht in welchem aber etwas Pech zerlaſſen wird. Auch pflegt man um dieſem Anſtrich mehr bindende Kraft zu geben, in

den

den kochenden Theer, einige Hände voll ungelöſchten Kalk einzurühren. Nach Beendigung des zweiten Anſtrichs, wird derſelbe mit Hammerſchlag überworfen.

Anſtatt des gewöhnlichen Theers und Pechs kann man ſich mit mehrerm Vortheile des Steinkohlentheers bedienen, welcher ſich ſehr innig mit dem Holze verbindet und zugleich ein Mittel gegen die Holzwürmer iſt. Nach einigen Jahren müſſen aber gewöhnlich dieſe Anſtriche wieder erneuert werden, wenn das Holz nicht leiden ſoll.

Perronet (Deſcript. des Ponts etc. p. 423.) erwähnt eines Ueberzugs zu den Schleuſenthoren, welcher aus Pech mit rothem gut pulveriſirten Ocker und dem ſechsten Theil Schwefel zuſammen geſetzt und beim Gebrauch ganz ſiedend auf das Holz geſtrichen wird.

Die Geländer der Bollwerke werden mit Oehlfarbe zwei bis dreimal angeſtrichen.

Hinter der Bohlenbekleidung wird eine Schicht Lehm angekarrt, welche eben ſo wie die übrige Erde mit Handrammen Figur 3. mäßig feſt geſtampft wird. Torf darf durchaus nicht zur Hinterfüllung gebraucht werden, weil derſelbe wenn er naß wird aufquillt und das Bollwerk aus ſeiner Lage drückt. Tafel XXIX. Fig. 3.

## §. 114.

Der horizontale Druck der Erde gegen vertikale Bollwerke wächſt im Verhältniß vom Quadrat der Höhe des Bollwerks §. 163., ſo daß ein doppelt ſo hohes Bollwerk einen vier mal ſo großen, und ein dreimal ſo hohes, einen neunmal ſo großen Druck auszuhalten hat. Sollen ſich die Bollwerkspfähle nicht biegen und überweichen, ſo darf ihre Länge über der feſten Erde eine gewiſſe Höhe nicht überſteigen oder man iſt genöthigt, ſie noch durch andere Mittel als die Befeſtigung durch das Einrammen, grade zu erhalten. Es laſſen ſich zwar keine allgemein gültige Regeln über die erforderliche Stärke und Entfernung der Bollwerkspfähle angeben, weil dieſe von ſo vielerlei Nebenumſtänden und beſonders von der Beſchaffenheit des Holzes abhängt, welches aus einerlei Waldung bei gleicher Abmeſſung dennoch ſehr verſchieden ausfallen kann; im Durchſchnitt kann man aber als Erfahrungsſätze annehmen, daß bei kiefernem Holze, wenn die Bollwerkspfähle 8 bis 9 Zoll dick ſind, ſie einem Erddruck von 6 bis 7 Fuß Höhe Widerſtand leiſten können, wenn ſie 5 Fuß von Mittel zu Mittel von einander entfernt ſind. Bei einem Erddruck von 8 Fuß Höhe gegen ein vertikales Bollwerk, wird erfordert daß die Pfähle nur 4 Fuß im Mittel von ein-

einander abſtehen und wenn man ein Bollwerk ohne weitere Verſtärkung gegen einen 10 Fuß hohen Erddruck anlegen will, ſo iſt es nothwendig daß die Pfähle, bei der angegebenen Entfernung, ſchräg eingeſchlagen werden und daß ſie nach dem Beſchlagen noch wenigſtens eine Dicke von 10 Zoll behalten.

Sollen die Bollwerke höher als 8 bis 10 Fuß erbaut werden, ſo erfordern ſie mit Beibehaltung der Entfernung von vier Fuß, eine Verſtärkung wodurch das Ueberbiegen der Pfähle verhindert wird, und wozu man ſich gewöhnlich der **Erdanker** bedient, deren Anzahl ſich nach der Höhe des Bollwerks richtet. Auch werden in denjenigen Fällen, ſelbſt bei einer geringen Höhe des Bollwerks Anker erfordert, wenn der Boden ſehr locker iſt und aus Torf oder anderer Erde beſtehet, in welcher die Bollwerkspfähle leicht auswärts gedrückt werden können.

Die weſentlichen Theile eines Erdankers ſind der **Zugbalken**, welcher ſenkrecht gegen den Bollwerkspfahl ſteht, an dieſem befeſtiget und an ſeinem entgegengeſetzten Ende durch den eingerammten **Ankerpfahl** gehalten wird.

Eine der erſten Regeln welche bei dem Anbringen der Anker zu beobachten iſt, beſtehet darin, daß durch ihre Verbindung mit dem Bollwerkspfahl, dieſer nicht geſchwächt wird und daß der Ankerpfahl hinlänglich feſt ſteht.

Es gibt mannigfaltige und von einander ſehr abweichende Arten, wie die Bollwerksanker konſtruirt werden können. Unter die einfachſten die noch öfters vorkommen, gehört nachſtehende Anordnung.

Tafel XXIX. Fig. 17. Zuvor wird der Ankerpfahl EF Figur 17. parallel mit dem Bollwerkspfahl AB eingerammt und in derjenigen Höhe abgeſchnitten, wo der Zugbalken darauf befeſtigt werden ſoll. An den Kopf des Ankerpfahls kommt ein gewöhnlicher $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll dicker Zapfen. Der Zugbalken CD bekommt bei E ein durchgeſtämmtes Zapfenloch, welches oberhalb nach ſeiner Länge gerechnet, einen Zoll weiter als unterhalb iſt. Wenn hierauf der Zugbalken aufgebracht und eingezapft iſt, ſo muß er dergeſtalt geſtreckt werden, daß er ſenkrecht auf den Bollwerkspfahl gerichtet iſt, oder daß ACD einen rechten Winkel bildet. Hierauf wird der etwas herausſtehende Zapfen des Ankerpfahls in der Mitte bei E geſpalten und in denſelben ein Keilchen von Eichenholz getrieben, damit der Zapfen die Geſtalt eines Schwalbenſchwanzes erhält und das Ablöſen des Zugbalkens durch den Keilzapfen verhindert wird.

Tafel XXX. Fig. 18. Die Verbindung des Bollwerkspfahls mit dem Zugbalken geſchieht durch einen eiſernen **Ziehband** oder **Bügel**, (Bügelanker) GHH Figur 18. welcher

an

an ſeinen Enden bei HH, Vorſprünge erhält, damit derſelbe mit eiſernen Krammen, deren Spitzen mit Widerhaken verſehen ſind, befeſtigt werden kann. Außerdem muß der Ziehband noch durch tüchtige ebenfalls mit Widerhaken verſehene eiſerne Nägel an den Zugbalken befeſtigt werden und wenigſtens drei Fuß lang ſeyn. Die Ziehbänder werden $\frac{1}{4}$ Zoll ſtark und etwa 2 Zoll breit gemacht.

Wenn gleich die Ziehbänder oder Bügel Vorzüge vor den **Ankerbolzen** (Kopfanker) haben, welche nicht um die Bollwerkspfähle herum gehen, ſondern durch dieſelben geſteckt und angeſchraubt werden, welches die Bollwerkspfähle ſchwächt, ſo bedient man ſich doch zuweilen derſelben, weil man hierdurch den Anker, wenn er nachgelaſſen hat, wieder anziehen kann. Dieſe Art die Ankerbolzen zu befeſtigen, iſt Figur 19 von der Seite und Figur 20 von oben anzuſehen, abgebildet. Tafel XXX. Fig. 19. 20.

Noch iſt in Abſicht der Erdanker überhaupt zu bemerken, daß wenn die Ankerpfähle eingeſchlagen ſind, die Erde da wo die Zugbalken liegen ſollen feſt geſtampft werden muß. Auch iſt ſowol für das Lager des Zugbalkens eine einen Fuß dicke Lehmſchicht erforderlich, ſo wie man auch den ganzen Balken und den Kopf des Ankerpfahls mit einem Lehmſchlag von wenigſtens einen Fuß Dicke umgeben muß. Eben ſo wird ſämmtliches Hirnholz an der Verankerung vorher tüchtig mit heißem Theer getränkt.

## §. 115.

Die vorhin beſchriebene Verankerung hat beſonders den Nachtheil, daß der Zapfen des Ankerpfahls leicht verfault, weil die Erdfeuchtigkeit von oben durch das Hirnholz des Zapfens eindringt. Dies mehr zu verhindern, kann man einen **verborgenen Keilzapfen** anbringen, bei welchem der Ankerbalken nicht durchlocht werden darf. Es wird zuvor an den Ankerpfahl ein 2 bis 3 Zoll dicker Zapfen EFGH Figur 21. in der ganzen Dicke des Pfahls angeſchnitten und genau eben ſo lang gemacht als die Tiefe des Zapfenlochs beträgt. Dieſe Tiefe wird $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ von der ganzen Stärke des Ankerbalkens. Die Weite des Zapfenlochs bei AB wird genau ſo groß als die Breite EF des Zapfens, und die oberſte Weite DC um $\frac{3}{4}$ Zoll weiter. Soll nun der Balken aufgezapft werden, ſo wird der Zapfen zweimal bei KL, KL behutſam geſpalten und auf jede Spalte ein Keil K, K, geſetzt, welcher beinahe eben ſo lang als der Zapfen und in ſeinem Rücken $\frac{3}{8}$ Zoll ſtark iſt. Wird nun der Balken mit Gewalt aufgetrie- Fig. 21.

Tafel XXX. Fig. 22. trieben, ſo muß der Zapfen oben breiter als unten werden und die Geſtalt CDHG Figur 22. erhalten.

Dieſe Verankerungen bleiben aber deshalb mangelhaft, weil ihre Feſtigkeit vorzüglich von dem ſchwachen Zapfen des Ankerpfahls abhängt, daher die folgende Verankerung vorzuziehen iſt.

§. 116.

Fig. 23. Anſtatt den Ankerbalken CD Figur 23. auf dem Ankerpfahl zu befeſtigen, ſo werden zwei Ankerpfähle EF auf beiden Seiten des Balkens eingeſchlagen und durch den bei H durchlochten Balken ein 5 Fuß langer, einen Fuß breiter und $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll dicker Ankerkeil GH getrieben. Die übrige Befeſtigung iſt wie vorher beſchrieben worden, und wenn gleich dieſe Anordnung auf jeden Anker einen Pfahl mehr erfordert als bei der vorigen, ſo wird doch dadurch ungemein viel an der Feſtigkeit gewonnen.

Fig. 24. Will man dieſer Verankerung noch eine Verſtärkung geben, ſo kann dies dadurch geſchehen, daß hinter dem Bollwerkspfahl AB Fig. 24. ein kürzerer Pfahl KL eingerammt wird und vom Kopf deſſelben eine Strebe KM bis zum Ankerpfahl E angebracht wird. Die Strebe erhält bei K eine Klaue oder wird auf den Pfahl KL aufgeklaut und bei M eine Verſatzung. Die Klauen pflegt man gewöhnlich wie NOP Fig. 25. auszuarbeiten, allein dies veranlaßt daß die Streben leicht geſprengt werden. Es iſt daher beſſer wie Figur 26. einen Zapfen QR ſtehen zu laſſen, welcher etwa den vierten Theil ſo dick als die Klaue iſt. (Fig. 25. Fig. 26.)

Fig. 27. Der Zapfen mit welchem die Strebe in den Ankerbalken verſetzt wird, kann wie Figur 27. ausgearbeitet werden.

§. 117.

Die Entfernung der Ankerpfähle von den Bollwerkspfählen muß ſo beſtimmt werden, daß erſtere noch in den feſten Boden kommen. In der Regel kann man annehmen, daß die Ankerpfähle noch um den dritten Theil weiter vom Bollwerkspfahl abſtehen müſſen, als die Höhe des Orts, wo der Anker am Bollwerk befeſtigt iſt, über den äußern Erdboden ſteht; oder nach Figur 23. iſt CE eben ſo groß wie $\frac{4}{3}$ BG. Wäre CE = 9 Fuß, ſo wird BG = 12 Fuß. Der Ankerbalken wird eben ſo wie die Ankerpfähle von Mittelbauholz genommen. (Fig. 24.)

men. Seine Länge findet man wenn 4 bis 5 Fuß, zur Entfernung der Ankerpfähle von den Bollwerkspfählen hinzu geſetzt werden.

Es bleibt nun noch zu beſtimmen übrig, in welcher Höhe des Bollwerkspfahls, die Ankerbalken am zweckmäßigſten anzubringen ſind. Bei vermehrter Höhe des Bollwerks und der Füllerde, vermehrt ſich der horizontale Erddruck nach dem Verhältniß von den Quadraten der Höhe, woraus leicht gefolgert werden kann, daß der Mittelpunkt des Erddrucks gegen eine Wand, bei welcher die dem Erddruck ausgeſetzte Fläche ein Rechteck bildet, auf dem dritten Theil ihrer Höhe, von unten angerechnet, liegen muß (§. 168). Würde daher die Wand nicht weiter gehalten und nur in der Mitte der Länge auf den dritten Theil ihrer Höhe horizontal mit einer Kraft welche dem Erddruck gleich iſt, geſtützt, ſo iſt ſie dadurch gegen das Umwerfen geſichert. Wollte man aber hieraus ſchließen, daß bei den Bollwerken die Anker auf den dritten Theil der Höhe angebracht werden müßten, ſo iſt dieſer Schluß nur dann richtig, wenn die Bollwerkspfähle unterhalb nicht befeſtiget ſind. Bei den vorhin beſchriebenen Tafel XXX. Bollwerken iſt aber der Punkt B Figur 23. als hinlänglich befeſtiget anzuſehen Fig. 23. und es kommt daher vielmehr darauf an, den Punkt C ſo zu beſtimmen, daß der Erddruck welcher von A bis C entſtehet, eben ſo viel Gewalt zum Zerbrechen des Pfahls bei C ausübt, als der Erddruck von C bis B zum Zerbrechen des Pfahls zwiſchen C und B. Nun wird bewieſen, wenn der Ankerbalken CD in der Mitte des Pfahls AB in C angebracht wird, daß alsdann, wenn die von A bis B befindliche Füllerde im Stande wäre, den Pfahl AC zu zerbrechen, dies auch von der zwiſchen CB befindlichen Füllerde, in Abſicht des Theils BC vom Bollwerkspfahl gelten würde (§. 195.); dagegen wird, wenn der Punkt C höher als auf der Hälfte von AB angenommen wird, die zwiſchen BC befindliche Erde, den Pfahl von B bis C leichter zum Ausweichen bringen oder zerbrechen, als die von A bis C befindliche Erde dies am obern Theil AC des Pfahls bewirken kann, vorausgeſetzt, daß der Anker übrigens gehörig feſt ſei. Es folgt alſo hieraus, daß bei durchgängig gleich ſtarken Bollwerkspfählen, **der Ankerbalken in der Mitte des Bollwerkspfahls anzubringen iſt**, wenn dadurch der Bollwerkspfahl eine ſolche Befeſtigung erhalten ſoll, daß er mit gleicher Kraft ſowol über als unter dem Ankerbalken, dem Erddruck Widerſtand leiſten kann.

Oft findet man, daß die Ankerbalken auf $\frac{2}{3}$ der Höhe des Bollwerkspfahls, von unten an gerechnet, befeſtigt ſind. Dies läßt ſich dadurch rechtfertigen,

daß man alsdann leichter zum Anker kommen kann und daß der ganze Anker in dieſem Falle weniger Erddruck auszuhalten hat. Dagegen iſt alsdann auch der Theil BC mehr als AC dem Ausweichen ausgeſetzt.

§. 118.

Wird vorausgeſetzt, daß die Bollwerkspfähle durchgängig 4 Fuß von einander entfernt ſind und die Bollwerkshöhe 10 bis 12 Fuß beträgt, ſo darf in der Regel nur alle 12 bis 16 Fuß, alſo auf jeden 4ten oder 5ten Bollwerkspfahl, ein Anker kommen; bei einer Höhe von 12 Fuß, wird auf jeden 4ten Pfahl ein Anker gerechnet; bei 14 Fuß Höhe auf jeden dritten Pfahl und bei 16 Fuß Höhe wird auf jeden zweiten Pfahl oder alle 8 Fuß ein Anker erfordert. Daß übrigens der größere Erddruck, die Güte und Stärke des Holzes, hier einige Ausnahmen machen, iſt einleuchtend, ſo wie es auch nothwendig iſt, in denjenigen Fällen, wo die Anker nicht nahe zuſammen kommen, den Bekleidungsbohlen etwas mehr Stärke zu geben. Auch kommt den Bollwerken öfters der Gegendruck des davor ſtehenden Waſſers zu Hülfe, es iſt aber anzurathen, hierauf nicht zu rechnen, weil theils der Waſſerſtand veränderlich ſeyn kann und auch die am Waſſer ſtehenden Bollwerke mancherlei Zufällen und Beſchädigungen ausgeſetzt ſind.

§. 119.

Es giebt noch eine Art die Bollwerkspfähle zu verankern, welche in holzreichen Gegenden deshalb weniger koſtbar iſt, weil dabei die eiſernen Ziehbänder und Krammen erſpart werden können.

Tafel XXX. Fig. 28.

Bei A Figur 28. ſei der Bollwerkspfahl von oben anzuſehen welcher verankert werden ſoll und B der dazu gehörige Ankerpfahl, ſo werden auf beiden Seiten dieſer Pfähle Ankerbalken CD und EF gelegt, welche bei A und B an die Pfähle angeblattet und mit Nägel tüchtig befeſtiget werden.

Eine andere Art wie dergleichen Anker ohne eiſerne Ziehbänder verfertigt

Fig. 29. 30. werden, iſt nachſtehende. Neben den Bollwerkspfählen A, A, Figur 29 und 30 werden Ankerbalken BC und DE geſtrekt, welche bei AA an die Bollwerkspfähle angeblattet, am hinterſten Ende aber auf die Ankerſchwelle FG, welche hinter den Ankerpfählen H, H, H liegt, aufgekämmt werden. Vor den Bollwerkspfählen müſſen die Ankerbalken bei B und D etwa 2 Fuß vorſtehen, damit darauf ein **Ankerriegel** KL unmittelbar an den Bollwerkspfählen aufgekämmt wer-

werden kann. Figur 31. ſtellt die Vorderanſicht dieſer Verankerung vor, welche auch in Silberſchlags Hydrotechnik 1 Theil S. 304. und in deſſen Abhandlung vom Waſſerbau an Strömen, S. 70. beſchrieben iſt. Tafel XXX. Fig. 31.

Die beiden hier beſchriebenen Verankerungen ſind deshalb wenig brauchbar, weil beim Werfen des Holzes, die aufgeblatteten und aufgekämmten Ankerbalken leicht die Kämme verlaſſen, beſonders aber, weil die Köpfe BD der Ankerbalken, welche aus der Bekleidung beinahe 3 Fuß hervor ſtehen, ſehr leicht verwittern und durch das Eindringen der Feuchtigkeit in das hervorſtehende Hirnholz ſo morſch werden, daß ſie die Bollwerkspfähle nicht mehr halten können. Endlich ſind ſie in den Fällen ganz unanwendbar, wenn die Bollwerke am Waſſer ſtehen und dem Eisgange ausgeſeßt ſind, weil alsdann die Köpfe, BD abgeſtoßen werden. Auch laſſen ſie ſich bei Schleuſenwänden nicht anwenden, weil ſie den Schiffen hinderlich ſind und ſie am Steigen hindern.

§. 120.

So lange die Bollwerke keine größere Höhe als 16 bis 18 Fuß erreichen, iſt eine Reihe Anker, welche in der Mitte der Bollwerkspfähle angebracht werden, zureichend. Bei größern Höhen müſſen zwei Reihen Anker ſo angeordnet werden, daß die erſte Reihe Ankerbalken, die Bollwerkspfähle auf dem erſten Drittel ihrer Höhe trift, die zweite Reihe aber, auf zwei Drittel dieſer Höhe an den Pfählen befeſtiget wird (§. 196.), weil nur unter dieſen Umſtänden die §. 117. gemachten Bedingungen erfüllt werden.

Die Anker werden eben ſo gelegt wie ſolches §. 116. beſchrieben iſt, nur daß man den unterſten Ankerbalken CD Figur 32. nicht ſo lang machen darf, als den oberſten AB. Auch wird bei einer Höhe des Bollwerks von 18 Fuß und drüber erfordert, daß zu den Bollwerkspfählen ſtark Bauholz genommen wird, wogegen zu den Ankerbalken und Ankerpfählen Mittelbauholz zureichend iſt. Fig. 32.

Man pflegt ſich der Figur 32 abgebildeten Verankerung nur dann zu bedienen, wenn nicht beide Anker an einerlei Bollwerkspfahl angebracht werden. Sollten beide Anker an einerlei Bollwerkspfahl kommen, ſo läßt ſich nach Figur 33. dadurch eine weit ſtärkere Befeſtigung bewirken, daß beide Ankerbalken AB, CD, an einerlei Ankerpfahl EF befeſtiget, und durch die auf dem Pfahl HK aufgeklaute Strebe GH in unverrückter Lage erhalten werden. Uebrigens iſt hier, eben ſo wie bei der einfachen Verankerung, erforderlich, daß Tafel XXXI. Fig. 33.

 wenn

wenn die Höhe der Füllerde größer wird, auch die Anker näher neben einander angebracht werden müſſen.

## §. 121.

Wegen der beträchtlichen Koſten welche die Verankerung jedes einzelnen Pfahls erfordern, kann man ſich begnügen jeden vierten oder fünften Pfahl zu
Tafel XXXI. ankern, wenn man hinter den Bollwerkspfählen auf die Ankerbalken, Ankerrie-
Fig. 34. gel L, M, Fig. 34. legt, welche an jeden einzelnen Bollwerkspfahl durch einen ei-
Fig. 35. ſernen Schraubenbolzen mit Mutter und Scheibe befeſtiget werden, wie Figur 35.

Zu dieſen Ankerriegeln muß das beſte Holz ausgeſucht werden. Auch könnte man ſie, zur Erſparung des Schraubenbolzens an den geankerten Bollwerkspfählen, mittelbar zwiſchen dieſe und den Kopf des Ankerbalkens legen; hiedurch wird aber der Riegel geſchwächt, weil er zweimal durchlocht werden muß um den Ankerbügel durchzuſtecken, oder weil man den Ankerbügel kröpfen oder biegen müßte, um dies zu vermeiden. Man kann aber auch den Bolzen an den geankerten Bollwerkspfählen ganz weglaſſen, weil derſelbe ſehr wohl entbehrt werden kann.

Die perſpectiviſche Anſicht eines ſolchen noch nicht mit Füllerde verſehenen
Fig. 36. und größtentheils unbekleideten Bollwerks, findet man Figur 36. und es iſt nur noch in Abſicht der Ankerriegel und Bollwerkspfähle zu bemerken, daß da wo dieſe zuſammen treffen, kein Holz ausgeſtämmt werden darf, um ſolche etwa aufeinander zu blatten, weil dadurch die Riegel und Pfähle ohne Noth geſchwächt werden.

Noch andere Bollwerke oder Kajen, welche von den hier beſchriebenen in vielen Stücken ſehr verſchieden ſind, und als Hafenwände gebraucht werden, gehören in die Abhandlung vom Hafenbaue, wo von dieſen Bollwerken die Rede ſeyn wird. Dahin gehört auch das Aufpfropfen der Bollwerke auf Schwellen, wovon aber in den meiſten Fällen nicht viel zu halten iſt.

## §. 122.

Die **Veranſchlagung** eines Bollwerks erfordert, daß auf die Fortſchaffung der Erde, ſo weit ſie beim Bau hinderlich iſt Rückſicht genommen wird, ſo wie auch die Wiederausfüllung und die Bekleidung der Bohlen und Anker mit Lehm in Rechnung gebracht werden muß.

Es iſt ſchon angeführt, daß zu den Bollwerkspfählen, ſo wie zu den Anker-

ker-

kerpfählen, Ankerbalken und Streben, Mittelholz genommen wird und nur bei ſehr hoher Füllerde nimmt man zu den Bollwerkspfählen ſtarkes Bauholz. Die Holme werden jedesmal aus ſtarkem Bauholze verfertiget und es iſt leicht, ſo bald nur die Länge der Pfähle, Holme und Anker bekannt iſt, danach die erforderliche Anzahl von Bauhölzer zu beſtimmen.

Zur Bekleidung der Bollwerkspfähle werden 3 oder 4zöllige Bohlen, auch wohl einmal getrenntes Mittelholz genommen. Die Bohlen ſchneidet man aus Sägeblöcken und rechnet daß ein 24 Fuß langer und am Zopf 14 Zoll ſtarker Sägeblock 4 dreizöllige oder 3 vierzöllige Bohlen giebt und daß mit einer jeden dieſer Bohlen, 20 Quadratfuß bekleidet werden können.

Die Bügel oder Ziehbänder und Bolzen zur Verankerung werden aus geſchmiedetem Eiſen verfertigt. Man rechnet das Gewicht eines Ziehbandes mit beiden Krammen und den Nägeln auf 18 bis 20 Pfund, ſo wie das Gewicht eines Ankerbolzens mit Scheibe und Mutter auf 12 bis 14 Pfund, und bezahlt gewöhnlich das Pfund mit 3 Gr.

Beim Baue der hölzernen Schleuſen kommen Anſchläge von hohen Bollwerken mit Verankerungen vor, daher hier nur ein Anſchlag von einem 7 Fuß hohen Bollwerke beigefügt iſt.

## Anſchlag

von dem Arbeitslohne und den Materialien zur Verfertigung eines 40 Fuß langen und 7 Fuß hohen Bollwerks.

| | | Rthlr. | Gr. | Pf. | Rthlr. | Gr. | Pf. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **A. Arbeitslohn.** | | | | | | |
| | **I. Dem Zimmermann.** | | | | | | |
| 1 | Stück ſtark Bauholz zu ſtämmen, zöpfen und rein zu beſchlagen . . . | — | 12 | — | | | |
| 5 | Stück Mittelbauholz zu ſtämmen und zöpfen à 2 Gr. | — | 10 | — | | | |
| 4 | Stück Sägeblöcke zu ſtämmen und zöpfen à 3 Gr. | — | 12 | — | | | |
| 10 | Stück Bollwerkspfähle, 17 Fuß lang, zu ſchneiden, zu ſpitzen, unter die Ramme zu bringen, 8 bis 9 Fuß tief einzurammen, auch jeden Pfahl 7 Fuß lang zu beſchlagen à 2 Rthlr. | 20 | — | — | | | |
| | Latus | 21 | 10 | — | | | |

Transport

| | | Rthlr. | Gr. | Pf. | Rthlr. | Gr. | Pf. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Transport | 21 | 10 | — | | | |
| 40 | Fuß Holm zu bearbeiten, zu lochen, abzuwäſſern, Zapfen an die Bollwerkspfähle zu ſchneiden, den Holm aufzubringen und zu befeſtigen à 2 Gr. | 3 | 8 | — | | | |
| 320 | □Fuß dreizöllige Bohlen auf 40 Fuß Länge und 8 Fuß Höhe, zu ſäumen, anzupaſſen und mit hölzernen Nägeln an die Bollwerkspfähle zu befeſtigen à 3 Pf. | 3 | 8 | — | | | |
| | Für Herbeiſchaffung, Zurückſendung und Unterhaltung der Ramme, in Tauen, Leinen, Schmiere ꝛc. und für Verfertigung und Haltung der erforderlichen Gerüſte beim Einrammen | 16 | — | — | | | |
| | Summa dem Zimmermann | | | | 44 | 2 | — |
| | **II. Dem Holzſchneider.** | | | | | | |
| 4 | Stück Sägeblöcke zu dreizölligen Bohlen zu ſchneiden . . . à 1 Rthlr. | 4 | — | — | | | |
| | Summa dem Holzſchneider | | | | 4 | — | — |
| | **III. Erdarbeit.** | | | | | | |
| 52 | Schachtruthen Erde aufzugraben und abzuſetzen à 10 Gr. | 21 | 16 | — | | | |
| | Nach vollendeter Arbeit dieſe Erde wieder zur Ausfüllung zu verwenden und mit der Handramme feſt zu ſtampfen . . | 21 | 16 | — | | | |
| 27 | Fuhren Lehm à 12 Kubikfuß, auszugraben, anzufahren und damit die Bohlen zu hinterfuttern à 10 Gr. | 11 | 6 | — | | | |
| | Summa für Erdarbeit | | | | 54 | 14 | — |
| | **IV. Dem Steinſetzer.** | | | | | | |
| | Auf 2 Ruthen breit längs dem Bollwerke ein Steinpflaſter mit einer Rinne zu verfertigen, ſind | | | | | | |
| 6⅔ | □Ruthen . . à 15 Gr. | 4 | 4 | — | | | |
| | Summa dem Steinſetzer | | | | 4 | 4 | — |
| | Latus | — | — | — | 106 | 20 | — |

Transport

| | | Rthlr. | Gr. | Pf. | Rthlr. | Gr. | Pf. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Transport | — | — | — | 106 | 20 | — |
| | **B. Materialien** | | | | | | |
| | Zu einem 40 Fuß langen Holm: | | | | | | |
| 1 | Stück ſtarkes (kiefernes) Bauholz, 44 Fuß lang, 12 Zoll am Zopf ſtark, anzukaufen | 5 | — | — | | | |
| | bis zur Bauſtelle anzufahren . | 2 | 8 | — | | | |
| | Zu 10 Stück Bollwerkspfählen: | | | | | | |
| 5 | Stück Mittelbauholz, 36 Fuß lang, 9 Zoll am Zopf ſtark, anzukaufen . à 2 Rthlr. | 10 | — | — | | | |
| | anzufahren . à 1 Rthlr. 20 Gr. | 9 | 4 | — | | | |
| | Zu 320 □Fuß 3zölligen Bohlen, jede zu 20 □Fuß gerechnet, und auf jeden Block 4 Bohlen, dazu | | | | | | |
| 4 | Stück Sägeblöcke, 24 Fuß lang, 14 Zoll am Zopf ſtark, anzukaufen . à 2 Rthlr. | 8 | — | — | | | |
| | anzufahren . à 1 Rthlr. 18 Gr. | 7 | — | — | | | |
| | Zu $6\frac{2}{3}$ □Ruthen Steinpflaſter, auf jede $\frac{2}{3}$ Schachtruthen Feldſteine, alſo | | | | | | |
| $4\frac{1}{2}$ | Schachtruthen Feldſteine mit Anfuhre à 6 Rthlr. | 27 | — | — | | | |
| | Auf jede □Ruthe Steinpflaſter $\frac{1}{3}$ Schachtruthe Sand, daher | | | | | | |
| 32 | Fuhren Sand à 10 Kubikfuß anzufahren, à 8 Gr. | 10 | 16 | — | | | |
| 460 | □Fuß das ganze Bollwerk auf der Außenſeite zu theeren incl. Materialien à 6 Pf. | 9 | 14 | — | | | |
| | Summa für Materialien | | | | 86 | 18 | — |
| | Summa summarum | — | | | 193 | 14 | — |

## Vom Bau der Futtermauern.

### §. 123.

Die Steine deren man ſich zum Bau der Futtermauern oder ſteinernen Vorſetzen bedient, müſſen die Eigenſchaft haben, daß ſie vom Waſſer und Froſt nicht

nicht viel leiden, weil ſonſt an keine Haltbarkeit der Mauer zu denken iſt. Auch darf bei Futtermauern nur dann Holz angewandt werden, wenn daſſelbe beſtändig unter dem Waſſer bleibt, weil ihm alsdann eben die Dauer wie den Steinen zugeſchrieben werden kann. Wegen des wichtigen Einfluſſes den die ſorgfältige Auswahl und Zubereitung der Materialien und des Mörtels auf die Tüchtigkeit einer Futtermauer haben, wird es daher nothwendig daß zuvor die verſchiedenen Materialien und Mörtel näher unterſucht werden, ehe von der Anlage der Futtermauern die Rede ſeyn kann.

Die verſchiedenen Steine deren man ſich zu den Futtermauern bedient ſind

Feldſteine,
Werkſtücke oder Quadern,
Bruchſteine von unregelmäßiger Geſtalt und
gebrannte Ziegel oder Klinker.

## §. 124.

Die **Feldſteine** ſind von unregelmäßiger Geſtalt und ſehr verſchiedener Größe; ſie werden einzeln auch neſterweiſe, theils auf dem Felde, theils in der Erde gefunden. So ſehr ſie ihre vorzügliche Härte zu Bauſteinen empfiehlt, ſo nachtheilig iſt ihre größtentheils runde Geſtalt, welche einen tüchtigen Verband verhindert und eben dieſe Härte macht es ſehr ſchwierig ſie als lagerhafte Bauſteine zu bearbeiten. Ob man gleich bei mehrern alten Kirchen und auch bei neuern Plinthen quaderförmig behauene Feldſteine findet, ſo wird doch ihre Anwendung zu koſtbar, als daß man Hoffnung hätte, große Futtermauern damit auszuführen. Dagegen können die Feldſteine mit vielem Vortheil zur Hintermaurung der Futtermauern dienen und wenn ſie vorher mit Pulver geſprengt ſind, ſo erhalten ſie dadurch grade Flächen, wodurch ſie ſelbſt zur Aufführung beträchtlich hoher Mauern geſchickt werden. Will man eine Mauer ganz von geſprengten Feldſteinen aufführen, ſo müſſen die großen Kalkfugen möglichſt vermieden und alle Zwiſchenräume mit klein geſpaltenen Feldſteinen fleißig ausgefüllt werden.

Wie die Steine unter dem Waſſer zu ſprengen ſind, iſt im erſten Hefte §. 43. gelehrt worden. Weniger Umſtände macht das Sprengen der Feldſteine auf dem Lande, daher die Beſchreibung deſſelben hier übergangen werden kann. Umſtändliche Nachricht hierüber findet man in Gilly's Handbuch der Landbaukunſt 1 Theil Seite 17 u. f. Kleine Feldſteine werden mit einem Poſſekel zerſchla-

ſchlagen und laſſen ſich leichter trennen, wenn man ſie auf ein elaſtiſches Unterlager, etwa von Strauch legt.

Niedrige Futtermauern welche nicht dem Eisgange ausgeſetzt ſind, werden auch von Feldſteinen ausgeführt, bei welchen Moos ſtatt des Mörtels gebraucht wird.

Die Feldſteine veranſchlagt man gewöhnlich nach Schachtruthen zu 144 Kubikfuß. In Preußen rechnet man nach Achtel von 216 Kubikfuß, welches der achte Theil einer Kubikruthe iſt, und in Berlin nach Kummen, von 16 Kubikfuß. Nach der verſchiedenen Weite welche die Feldſteine zu fahren ſind, müſſen ſie theurer bezahlt werden; gegenwärtig koſtet die Schachtruthe in Berlin 7 bis 8 Thlr. Auf 3 Schachtruthen Mauerwerk, werden 4 Schachtruthen Feldſteine gerechnet.

### §. 125.

Unter **Bruchſteine** (*moellons*) werden hier ſolche Steine verſtanden, welche im Steinbruche ſchon ſo brechen oder geſchoſſen werden, daß ſie eine unregelmäßige Geſtalt erhalten und nicht als Quader bearbeitet vorkommen. Auſſer mehrern Steinbrüchen von verſchiedener Gattung an der Elbe und Weſer, iſt der reichhaltige vier Meilen von Berlin bei Rüdersdorf befindliche Kalkſteinbruch ſehr merkwürdig, aus welchem die Bruchſteine für die hieſige Gegend benutzt werden. Wegen ihrer zum Theil parallelen Flächen, ſind die rüdersdorfer Kalkſteine beſonders beim Bau der Futtermauern deshalb vortheilhaft, weil ſie einen guten Verband geben und ſich ohne Meißel, allein mit dem Hammer bearbeiten laſſen, um an der Vorderſeite einer Mauer benutzt zu werden. Dieſe Steine haben aber bei weitem nicht die Feſtigkeit der rothenburger Sandſteine, weil ſie leicht durch den Froſt verwittern. An der Außenſeite ſolcher Futtermauern welche der Näſſe ausgeſetzt ſind, können ſie daher nicht angewandt werden; weil aber die Kalkſteine von blauer Farbe weniger Kalkerde, aber mehr Kieſel und Thonerde als die übrigen enthalten und der Erfahrung gemäß weniger vom Froſt leiden, ſo verdienen ſolche an der Vorderſeite bei Futtermauern welche der Näſſe nicht ſehr ausgeſetzt ſind, den Vorzug. Man kann die Kalkſteine aber eben ſo und in einem weit beſſern Verbande, wie die Feldſteine bei Futtermauern welche der Näſſe ausgeſetzt ſind, zum Hintermauern der Werkſtücke verbrauchen, beſonders wenn die Koſten für eine Schachtruthe geringer als bei den Feldſteinen ausfallen.

Nach ihrer verſchiedenen Größe, theilt man die rüdersdorfer Kalkſteine in

ordinäre und große ein. Sie werden nach Prahmen von 300 Kubikfuß berechnet und in den Bergen koſtet der Prahm ordinäre Steine 6 Thlr. $17\frac{1}{2}$ Gr., große Steine 7 Thlr. 4 Gr. Zu königlichen und andern Bauen fällt dieſer Preiß geringer aus, wenn eine beſondere Anweiſung ertheilt wird.

Ueber den Kalkſteinbruch bei Rüdersdorf findet man Nachricht; in v. d. **Hagen** Beſchreibung der Kalkſtein-Brüche bei Rüdersdorf, Berlin 1785.

§. 126.

Die **Werkſtücke** oder **Quadern** (Saxa quadrata. *Pierre de taille*) deren man ſich zur äußern Bekleidung der Futtermauern bedient, müſſen von vorzüglicher Härte ſeyn und wenn ſie der Näſſe ausgeſetzt werden nicht verwittern. Die bei uns vorzüglich zum Waſſerbau brauchbare Werkſtücke beſtehen aus Sandſteinen, welche im Herzogthum Magdeburg und der Grafſchaft Mansfeld, beſonders aber bei Rothenburg an der Saale gebrochen und von der Saale nach der Elbe, Havel, Spree, Oder und Weichſel verſchifft werden. Der Hauptbeſtandtheil des Sandſteins iſt Quarz und man ſieht es als ein Kennzeichen der Feſtigkeit dieſer Steine an, wenn die einzelnen hervor ſtehenden Quarzkörner, ſehr feſt ſitzen und nicht leicht vom Steine getrennt werden können, ſo wie auch ein feſter Sandſtein wenn mit dem Hammer darauf geſchlagen wird, keinen dumpfen Ton, ſondern einen hellen Klang geben und der Hammer leicht abſpringen muß. Beim Bearbeiten des Steins müſſen die Abgänge aus ſcharfkantigen Stücken und nicht aus Sand beſtehen. Eben ſo muß der Sandſtein kein Waſſer einziehen und es iſt gut denſelben vor dem Gebrauch bei Waſſerbauen, während eines Winters, der Witterung auszuſetzen.

Das Bindungsmittel des rothenburger Sandſteins iſt größtentheils eiſenſchüſſiger Thon. Die rothbrauen Steine enthalten viel Glimmer, färben wegen des thonigten Bindemittels ſtark ab, haben ein ungleichförmiges Korn und ſind weniger dauerhaft, beſonders gegen die Einwirkung des Froſtes nach vorhergegangener Näſſe, wogegen die mehr rothen Steine, von gleichförmigerem Korn und weit dauerhafter ſind. Die Werkſtücke werden im Steinbruche nur rauh behauen und nachher vom Steinmetz zu den verſchiedenen Zwecken genau bearbeitet. Die rothenburger Sandſteine, von welchen der Kubikfuß eines Blocks nach Verhältniß ſeiner Größe theurer wird, koſten in Berlin wenn der Block zwiſchen 1 und 30 Kubikfuß groß iſt, jeder Kubikfuß 11 Groſchen; zwiſchen 30 und 40 Kubikfuß, 12 Groſchen; zwiſchen 40 und 50 Kubikfuß 13 Groſchen

ſchen und für jede folgende 10 Kubikfuß, wird jedesmal auf den Kubikfuß ein Groſchen zugelegt.

Man rechnet daß wenn ein Stein nach graden Flächen durch den Steinmeß bearbeitet werden ſoll, im Durchſchnitt ein Zoll Dicke von dem rauhen Steine für jede bearbeitete Fläche abgehet, welches man den **Arbeitszoll** nennt, der jedesmal, wenn die Größe des bearbeiteten Steins bekannt iſt, zugelegt werden muß, um die Größe des rauhen Steins zu finden. Hienach wird zu einem Quader, welcher von allen ſechs Seiten bearbeitet 3 Fuß 6 Zoll lang, 2 Fuß 4 Zoll breit und 2 Fuß hoch ſeyn ſoll, ein rauher Block von 3 Fuß 8 Zoll Länge, 2 Fuß 6 Zoll Breite und 2 Fuß 2 Zoll Höhe erfordert.

## §. 127.

Die Koſtbarkeit der Werkſtücke und der Mangel an hinlänglich dauerhaften Bruchſteinen machen es nothwendig auf ein künſtliches Material zu denken, welches eben die Dauer hat wie die Werkſtücke und minder koſtbar iſt. Gut gebrannte **Ziegel** oder **Klinker** (Teſtae. *Briques*) wenn bei ihrer Bearbeitung alle erforderliche Sorgfalt angewandt wird, können den Mangel an Werkſtücken erſetzen, ſo bald nur die vorſpringenden Ecken bei einer Futtermauer mit Werkſtücken ausgeſetzt werden. Weil aber dieſe Ziegel der Näſſe und dem Froſte widerſtehen müſſen, ſo erfordert ihre Bereitung noch weit mehr Sorgfalt als gewöhnlich zu den Ziegeln, welche man zu Landgebäuden braucht, angewandt wird. Es iſt daher in den meiſten Fällen ſehr vortheilhaft, wenn eine bedeutende Menge von Ziegeln zu Futtermauern oder beim Schleuſenbaue erfordert werden, daß die Ziegel nicht von Entrepreneurs geliefert, ſondern auf eigenen dazu angelegten Ziegeleien, unter der nöthigen Aufſicht bereitet werden, weil alsdann die Vortheile, welche der Entrepreneur erhält, auf die Güte der Ziegel verwandt werden können.

Das Material zu [illegible] Ziegeln oder der **Lehm**, iſt eine gemiſchte Erdart, und man kann rechnen daß der fette Lehm, ungefähr die Hälfte ſeines Gewichts reine Thonerde enthält; die übrigen Beimiſchungen beſtehen größtentheils aus Sand, Abgängen von Steinen, verwittertem Gneis, Quarz, Glimmer u. d. gl. Der Lehm zu den Ziegeln oder das **Ziegelgut** muß nicht zu mager ſeyn oder zu viele Sand- und Erdtheile enthalten, wogegen der reine Thon eben ſo wenig zu den Ziegeln brauchbar iſt, wenn er nicht vorher mit Sand vermiſcht worden. Auch iſt derjenige Lehm unbrauchbar, welcher Kalk- oder Mergel-

geltheile enthält, weil ſolche beim Brennen in lebendigen Kalk verwandelt werden und den Stein wenn er naß wird zerſprengen. Es iſt ſehr mißlich ein beſtimmtes Kennzeichen von der Güte des Lehms zu Ziegeln anzugeben, und der ſicherſte Weg zur Prüfung der Ziegelerde iſt der, daß man einige Ziegel formen und in einem benachbarten Ofen brennen läßt, um über das Verhalten des Ziegelguts zu urtheilen. Das Reinigen der Ziegelerde von den beigemiſchten Kalk- und Kieſelſteinen, wodurch zugleich eine gleichförmige Vertheilung der ganzen Maſſe bewirkt wird, geſchieht durch das Einſumpfen in einem Sumpfkaſten, welchen man dadurch erhält, daß auf ebener Erde, Bretter neben einander gelegt werden, um welche eine etwa ein Fuß hohe Einfaſſung von Brettern gemacht wird. In dieſen Kaſten wird der unreine Lehm gebracht, mit Waſſer angefeuchtet und durch Menſchen zertreten, welche zugleich alle in demſelben befindlichen Steine ausleſen müſſen. Hat ſich der gereinigte Lehm geſetzt, ſo wird das überflüſſige Waſſer durch eine in der Seite des Sumpfkaſtens befindliche kleine Schutzöffnung abgelaſſen, und wenn der Lehm wegen zu großer Fettigkeit oder Geilheit noch einen Zuſatz an reinem Sande erhalten ſoll, dieſer und auch wohl Steinkohlenaſche beigemiſcht, alles gut ſo lange untereinander gearbeitet, bis man von der zulänglich gleichförmigen Vermiſchung überzeugt iſt.

Das Streichen, Trocknen und Brennen der Ziegel, kann hier um ſo mehr übergangen werden, da dieſe Geſchäfte in den meiſten Schriften über die Baukunſt umſtändlich auseinander geſetzt ſind, nur iſt zu bemerken, daß die Ziegelformen in dem Verhältniß größer gemacht werden müſſen, als die Ziegel beim Brennen ſchwinden. Der fette Lehm welchen man gern zu den Waſſerziegeln nimmt, giebt beim Brennen den Steinen gewöhnlich eine ſo glatte Oberfläche, daß ſie ſich nicht gut mit dem Mörtel verbinden, weswegen die Ziegel beim Streichen, auf ihrer Oberfläche einen geringen Zuſatz von Sand erhalten, wodurch zugleich beim Trocknen der Vortheil entſteht, daß die Ziegel nicht ſo leicht aufreißen. Die beſte Zeit zum Streichen ſind die Sommermonate. Damit die Ziegel nicht zu ſpröde werden, auch ſich beim Brennen nicht werfen muß der rohe Ziegel ſo viel wie möglich ausgetrocknet ſeyn, ehe er in den Ofen gekarrt werden kann; eben ſo darf das ununterbrochene Feuer anfänglich nur mäßig ſeyn, bis die Ziegel durchgängig erhitzt ſind, da man denn das Feuer verſtärken kann. Ein trocknes Brennmaterial iſt hiebei ein vorzügliches Erforderniß. Nach der Größe des Ziegelofens und der Trockenheit der Steine, dauert die Brennzeit etwa 4 bis 8 Tage. Daß nach vollendetem Brande alle

Oef-

Oefnungen des Ziegelofens ſorgfältig verſchloſſen und die Ziegel nicht eher als bis ſie allmählig abgekühlt ſind herausgekarrt werden dürfen, iſt eine bekannte Vorſchrift, die aber zu Erhaltung guter Steine nicht unterlaſſen werden darf.

Weil ſehr viel darauf ankommt, daß die gebrannten Ziegel nicht unregelmäßig oder ſchief ausfallen, ſo müſſen ſolche beim Trocknen fleißig umgekehrt werden, damit der Lehm gleichförmig ſchwinde, ſo wie auch der Lehm zum Streichen nicht zu naß ſeyn darf, weil ſonſt der Ziegel beim Trocknen Riſſe erhält.

Die ſicherſten Kennzeichen von der Güte eines Ziegels beſtehen darin, daß er einen Winter der Näſſe und dem Froſte ausgeſetzt, ſeine Feſtigkeit behält, nur ſo viel Waſſer einzieht als zur Verbindung mit dem Mörtel erfordert wird, einen hellen Klang beim Anſchlagen giebt und im Bruche keine ungleichförmige Miſchung der Ziegelmaſſe oder einzelne Steinchen ſichtbar werden. Ziegel welche kein Waſſer einziehen taugen zum Vermauern nichts, weil ſich der Mörtel nicht gut mit denſelben verbindet.

§. 128.

Damit die zum Waſſerbau erforderlichen Ziegel recht gut ausgebrannt werden, gibt man ihnen keine zu große Ausdehnung, und es iſt bei der Beſtimmung ihrer Größe darauf zu ſehen, daß man beim Mauern einen guten Verband halten kann, weshalb nicht wie es noch oft der Fall iſt, die Breite des Ziegels halb ſo groß als die Länge und die Dicke halb ſo groß als die Breite ſeyn darf. Dieſes Verhältniß der Abmeſſungen wäre ganz richtig, wenn die Ziegel in der Mauer unmittelbar ohne Zwiſchenräume neben einander geſetzt werden könnten; weil aber zum richtigen Verband erfordert wird, daß die ganze Länge eines Ziegels A Figur 37. genau eben ſo groß iſt, als die Breite zweier Ziegel B und C nebſt der zwiſchen beiden befindlichen Fuge (Junctura. *Joint*) für den Mörtel, ſo muß man, wenn die Länge eines Ziegels nebſt der Dicke der Kalkfuge gegeben iſt, die Breite dadurch beſtimmen, daß die Dicke der Kalkfuge von der Länge des Ziegels abgezogen und von dem Ueberreſt die Hälfte genommen wird. Auf eine ähnliche Art könnte man die Dicke der Ziegel beſtimmen, wenn es darauf ankommt, daß ein Ziegel auf die hohe Kante geſetzt, wie D, mit der Dicke zweier Ziegel einen Verband geben ſoll. Dieſer Fall iſt indeſſen weit ſeltner und man kann ſich begnügen, wenn die Ziegel nur die

Tafel XXXI. Fig. 37.

die erforderliche Breite erhalten, wogegen die Dicke ſo anzunehmen iſt, daß ſie noch gut ausgebrannt werden können.

Bei den Landbauen fällt gewöhnlich die Dicke der Kalkfuge $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll ſtark aus; beim Bau der Futtermauern aber, welche mit dem größten Fleiß ausgeführt werden müſſen, iſt anzurathen die Steine ſo dicht zu ſetzen, daß die Kalkfuge nicht ſtärker als $\frac{1}{4}$ Zoll wird; dies gibt bei einem $9\frac{3}{4}$ Zoll langen Ziegel, die Breite deſſelben $4\frac{3}{4}$ Zoll, weil $4\frac{3}{4} + 4\frac{3}{4} + \frac{1}{4} = 9\frac{3}{4}$ iſt. Eben ſo fände man für die Dicke des Ziegels $2\frac{3}{8}$ Zoll, wofür aber $2\frac{1}{2}$ Zoll angenommen werden können. Die Klinker an den Schleuſenmauern des Bromberger Kanals, ſind $8\frac{3}{4}$ Zoll lang, $4\frac{1}{4}$ Zoll breit und $2\frac{1}{2}$ Zoll dick. Soll der gebrannte Ziegel dieſe Abmeſſungen erhalten, ſo muß hienach die Ziegelform in dem Verhältniß vergrößert werden, als der Lehm beim Brennen ſchwindet, welches nur durch Verſuche ausgemittelt werden kann.

Beim Auskarren der gebrannten Ziegel aus dem Ofen iſt eine ſorgfältige Auswahl derſelben nöthig, indem man ſie den Ausſchuß abgerechnet, in zwei oder drei Klaſſen eintheilt und jede beſonders auffeßen läßt. Zur erſten Klaſſe werden diejenigen Ziegel gerechnet, welche mit einem Theil ihrer Seitenfläche unmittelbar an die Außenſeite der Mauer kommen, wozu nur die ganz tadelloſen und allervorzüglichſten Steine genommen werden dürfen. Zur zweiten und dritten Klaſſe kommen die übrigen Steine, nach den verſchiedenen Graden ihrer Güte, welche zu dem Innern der Mauer, zu den Fußbänken, Strebepfeilern u. d. gl. verwandt werden.

Man kann rechnen daß bei der eignen Bereitung das Tauſend Ziegel zu verfertigen mit aller Arbeit etwa 3 bis 4 Rthlr. koſtet, wobei aber das dazu erforderliche $1\frac{1}{4}$ Klafter kiefern Holz, welches mit den Zwiſchenräumen 135 Kubikfuß hält, nicht mit gerechnet iſt.

Um die Anzahl der Steine zu finden, welche auf jeden Kubikfuß oder auf jede Schachtruthe Mauerwerk erfordert werden, darf man nur mit dem Inhalt des Steins, wenn vorher einer jeden ſeiner Dimenſionen, die Dicke der Kalkfuge zugerechnet iſt, in 1728 dividiren, ſo erhält man die Zahl der Steine auf jeden Kubikfuß, und wenn dieſer Quotient mit 144 multiplizirt wird, ſo gibt dies die auf jede Schachtruthe erforderlichen Steine.

Z. B. Ein $8\frac{3}{4}$ Zoll langer, $4\frac{1}{4}$ Zoll breiter und $2\frac{1}{2}$ dicker Stein wird mit Inbegrif der Kalkfugen 9 Zoll lang $4\frac{1}{2}$ Zoll breit, $2\frac{3}{4}$ Zoll dick, dieſes gibt für den körperlichen Inhalt $111\frac{3}{8}$, daher werden $\frac{1728}{111\frac{3}{8}} = 15\frac{17}{33}$ Steine auf je-

den

den Kubikfuß, oder $15\frac{17}{33} \times 144 = 2231$ Steine auf jede Schachtruthe Mauer ohne Bruch oder Abgang erfordert.

§. 129.

Bei aller Sorgfalt welche auf die gute Auswahl der Steine verwandt ſeyn kann, wird man ſich doch nicht ſchmeicheln können eine tüchtige Futtermauer zu erhalten, wenn nicht das Material zum **Mörtel** mit der größten Aufmerkſamkeit ausgewählt und zubereitet wird. Der Hauptbeſtandtheil eines jeden Mörtels iſt Kalk, welcher entweder mit Sand oder einem andern Zuſatz vermiſcht und dann gewöhnlich **Cement** genannt wird.

Der gemeine Mörtel welchen man aus gebranntem Kalk und Sand bereitet, erhält unter Beobachtung aller erforderlichen Vorſicht eine ſolche Feſtigkeit, daß man ſich des Cements nur an dem Vordertheil der Mauern bedienen darf, ſo weit ſie vom Waſſer beſpült werden, und weil die Futtermauern keinen Ueberzug oder Abputz von Mörtel erhalten, ſo werden alsdann nur die Fugen der Steine, welche der Witterung ausgeſetzt ſind, mit Cement verſtrichen. Um aber die Zubereitung des Mörtels richtig zu beurtheilen, muß man mit der Natur des Kalks näher bekannt ſeyn, weil ſich alsdann die nöthigen Folgerungen leicht ableiten laſſen.

Der **rohe Kalkſtein** (Lederkalk, Bitterkalk) wie er aus den Steinbrüchen kommt, enthält wenn er rein iſt weiter keine Beſtandtheile als Kalkerde, Kohlenſäure *) und Waſſer, wie dies beim carrariſchen Marmor und Kalkſpath der Fall iſt. Je mehr fremde Stoffe, als Thonerde, Kieſelerde, Eiſen u. d. gl. dem Kalkſtein beigemiſcht ſind, deſto weniger iſt derſelbe rein, dabei iſt aber zum Gebrauch als Kalkmörtel das Eiſen und die Kieſelerde, wenn die Quantität nicht zu groß iſt, ohne Nachtheil, wogegen zu viel Thonerde, wie beim Mergelkalk, ſehr ſchädlich wird, weil der Mörtel alsdann weniger bindende Kraft erhält und beim Brennen des Kalks, leicht ein Verglaſen durch die Verbindung der Thonerde mit der Kalkerde entſtehet. Nur durch eine chemiſche Zerlegung, laſſen ſich die Beſtandtheile eines Kalkſteins genau angeben und wenn gleich hierunter eine große Verſchiedenheit herrſcht, ſo läßt ſich doch ungefähr annehmen,

daß

*) Der ältere Name war Luftſäure. Ueber die beſondern Eigenſchaften dieſer Säure ſ. m. Hermbſtädt allgemeine Experimentalchemie. 1 Band. 2. Aufl. S. 248 u. f. weil es hier zu weit vom Hauptgegenſtande abführen würde, die umſtändliche chemiſche Auseinanderſetzung zu geben, da überdies bei jedem Baumeiſter chemiſche und phyſikaliſche Vorkenntniſſe vorausgeſetzt werden müſſen.

daß ein zum Kalkbrennen geſchickter roher Kalkſtein, etwa von ſeinem ganzen Gewichte, die Hälfte Kalkerde, $\frac{2}{7}$ Kohlenſäure, $\frac{1}{10}$ Waſſer und zwiſchen $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{10}$ fremde Stoffe, als Thonerde, Kieſelerde, Eiſen ꝛc. enthalte.

Es iſt bekannt daß der Kalkſtein vor ſeiner Bereitung zum Mörtel im Kalkofen gebrannt, hierauf mit Waſſer gelöſcht und mit dem erforderlichen Sande zum Mörtel vermiſcht werden muß, und dieſer verarbeitete Mörtel öfters ſo erhärtet, daß er mit den Steinen gleiche Feſtigkeit erhält. Dieſe Erſcheinung läßt ſich aus den Beſtandtheilen des rohen Kalkſteins und den damit vorgegangenen Veränderungen erklären. Denn ſo bald der rohe Kalkſtein in den Ofen kommt und das Feuer auf denſelben wirkt, ſo verbindet ſich der Wärmeſtoff mit dem im rohen Steine befindlichen Waſſer und es entweichen Dämpfe; eben ſo verbindet ſich der Wärmeſtoff wegen ſeiner nähern Verwandſchaft ſchaft mit der Kohlenſäure, und entweicht als kohlenſaures Gas. Die Kalkerde bleibt alsdann mit Wärmeſtoff gebunden als **gebrannter** oder **lebendiger Kalk** (**Calx cocta**, *Chaux vive*) zurück, welcher ſeine Beimiſchung von Kohlenſäure und Waſſer verlohren hat. Das Gewicht dieſes gebrannten Kalks beträgt nun etwas mehr als die Hälfte des vorherigen rohen Kalkſteins.

Die reine Kalkerde oder der gebrannte Kalk, äußert ein ſtarkes Beſtreben ſich mit Waſſer zu verbinden, daher derſelbe ſogar an der feuchten Luft zerfällt. Wird Waſſer darauf gegoſſen ſo entſteht eine Verbindung mit der reinen Kalkerde, der vorher gebundene Wärmeſtoff welcher weniger Verwandſchaft oder Affinität zur Kalkerde hat, wird frei, und es entſteht Hitze. So wie nun vorher der rohe Kalkſtein aus Kalkerde, Kohlenſäure und Waſſer, und der gebrannte aus Kalkerde und Wärmeſtoff beſtand, ſo heißt jetzt nachdem die Kalkerde mit Waſſer verbunden und der Wärmeſtoff frei iſt, der durch das Löſchen erhaltene Kalk, gelöſchter oder **Weißkalk** (Calx extincta, *Chaux éteinte*) welchem nur noch die Kohlenſäure fehlt um wieder feſter Kalkſtein zu werden. So groß auch das Beſtreben der reinen Kalkerde iſt, ſich mit Waſſer zu verbinden, ſo iſt doch ihre Verwandſchaft zur Kohlenſäure nur äußerſt gering. Dagegen hat das Waſſer eine große Verwandſchaft zur Kohlenſäure, und weil ſich dieſe überall in der Atmoſphäre verbreitet findet, ſo vereinigt ſie ſich leicht mit dem Waſſer des gelöſchten Kalks und verbindet ſich nach der Abdünſtung des Waſſers mit der Kalkerde zum Kalkſtein. So bemerkt man auf der Oberfläche des gelöſchten Kalks, wenn er eine Zeit lang in der Kalkgrube unbedeckt geſtanden hat, eine feſte ſteinartige Rinde. Dieſer Kalkrahm iſt wahrer Kalkſtein, welcher

cher durch die Verbindung der Kohlenſäure mit der Kalkerde entſtanden iſt und durch dieſe Verbindung nunmehr die wichtige Eigenſchaft wieder erhalten hat, daß er im Waſſer unauflöslich iſt, wogegen der Weißkalk im Waſſer ſehr leicht aufgelöſt werden kann. Es iſt alſo das Waſſer, welches der Kalkerde die Kohlenſäure wieder zuleitet und beim Austrocknen ſolche in dem Kalke zurückläßt, wogegen der trockne Weißkalk ſehr lange mit Kohlenſäure im trocknen Zuſtande oder mit kohlenſaurem Gas umgeben ſeyn kann, ohne ſich mit der Kohlenſäure zum Kalkſtein zu verbinden.

Der Kubikfuß roher Rüdersdorfer Kalkſtein, wiegt 158 bis 160 Berliner Pfund. Wird derſelbe gehörig gebrannt ſo behält er ſeinen vorherigen Umfang verliert aber einen Theil ſeines Gewichts und wiegt nur noch 84 bis 88 Pfund, und wenn man denſelben mit Waſſer löſcht, ſo daß alle Kalktheile ſich auflöſen und ein dicker Brei daraus wird, wozu etwa $2\frac{1}{2}$ Kubikfuß Waſſer erfordert werden, ſo erhält man im Durchſchnitt 3 Kubikfuß gelöſchten Kalk, wovon jeder Kubikfuß 81 bis 83 Pfund wiegt. Dieſe Vermehrung durch das Löſchen wird das **Gedeihen** des Kalks genannt. Wird der Kalk ſogleich wie er aus dem Ofen kommt gelöſcht, ſo gedeiht derſelbe beſſer als wenn er eine Zeit lang ungelöſcht geſtanden hat.

Sehr lehrreiche Unterſuchungen über den Kalk und den daraus zu bereitenden Mörtel, verdankt man dem Hrn. Geh. Ober-Bau-Rath Simon in ſeiner Abhandlung über die Natur des Kalkſteins, in der Sammlung von Aufſätzen und Nachrichten die Baukunſt betreffend, Jahrgang 1799. 2r Band, S. 96 u. f. und Jahrg. 1800. 1r Bd. S. 53—78, ſo wie auch die ältere **Forſterſche** Anleitung den Kalk und Mörtel zu bereiten, Berlin 1782. mit zu den beſten hieher gehörigen Schriften gerechnet werden kann. Weit weniger befriedigend iſt die **Zieglerſche** Beantwortung der Preisfrage, über die Urſachen der Feſtigkeit alter römiſcher und gothiſcher Gebäude, Berlin 1776.

## §. 130.

So lange der Weißkalk noch nicht mit Kohlenſäure verbunden iſt, beſitzt er vorzüglich die Eigenſchaft, wenn er im naſſen Zuſtande an Steine und vorzüglich an Kieſel gebracht wird, daß nach der Entweichung des Waſſers und der hinlänglichen Verbindung mit Kohlenſäure, eine ſo feſte Vereinigung zwiſchen dem Kalk und Kieſel entſteht, daß es weit leichter iſt den Kalk unter ſich zu trennen, als die Vereinigung zwiſchen den beiden von einander verſchiedenen Kör-

pern aufzuheben. Hievon gibt altes Mauerwerk den überzeugenden Beweiß und es läßt ſich einſehen, weshalb der Sand welcher dem gelöſchten Kalk beigemiſcht wird, einen weit feſtern Mörtel geben muß, als wenn der Weißkalk ohne Sand vermauert würde. Es muß daher auch bei der Zubereitung eines guten gebrannten Kalks zum Mörtel, nur ſo viel Kalk verwandt werden, als die Zwiſchenräume unter den Sandkörnern erfordern, weil hiedurch zugleich der Vortheil erhalten wird, daß der Mörtel bei der Austrocknung keine Riſſe erhält oder zu ſehr ſchwinden kann. Aus dem Vorhergehenden ergibt ſich nun, wie wichtig es vorzüglich bei Waſſerbauen zur Erhaltung eines feſten Mörtels iſt, daß der gelöſchte Kalk erſt nach der Vermaurung mit Kohlenſäure verbunden, daß alſo um dieſe zu frühe Vereinigung zu verhindern, der gebrannte Kalk gegen den Zutritt der Feuchtigkeit und Kohlenſäure geſichert, und der Mörtel ſo ſchnell wie möglich vermauert werde. Auch läßt ſich einſehen unter welchen Umſtänden die Aufbewahrung des gelöſchten Kalks zuläſſig iſt, wenn nemlich dafür geſorgt wird, daß derſelbe in einer tiefen Grube durch Bedeckung mit Sand, gegen allen Zutritt der Luft geſichert iſt, damit die Kohlenſäure keine Verbindung mit dem Kalk eingehen kann. Der Vorzug welchen man dem in Gruben aufbewahrten Kalke zuſchreibt, kann nur darin beſtehen, daß ſich die weniger auflößlichen Kalktheile inniger mit dem Waſſer verbinden, dagegen iſt es immer vortheilhafter einen gut gelöſchten Kalk gleich zu verarbeiten, weil man alsdann verſichert iſt, daß derſelbe noch wenig Kohlenſäure aufgenommen hat und daher ein feſtes Mauerwerk erwartet werden kann.

Die folgenden Vorſchriften zur Bereitung eines tüchtig bindenden Mörtels, werden ſich leicht aus dem beſchriebenen Verhalten des Kalks in ſeinem dreifachen Zuſtande, als roher Kalkſtein, gebrannter Kalk und gelöſchter Kalk erklären laſſen.

## §. 131.

Zum **Brennen des Kalks** wird gewöhnlich ein Zeitraum von 5 bis 8 Tagen erfordert, indem das Brennen mit einem gelinden Schmauchfeuer zum Abtreiben der Feuchtigkeit aus den Steinen anfängt und nur wenn alle Steine tüchtig durchgewärmt ſind und die Flamme ohne zu verlöſchen zwiſchen den Steinen ſpielt, welches etwa in 36 bis 48 Stunden geſchiehet, wird das Feuer ſo weit verſtärkt bis alle Steine durchgeglüht, die Kohlenſäure als kohlenſaures Gas ausgetrieben und der Brand beendet iſt. Die entſtehende rothe und violette Farbe der Flamme zeigt an, daß der Kalk noch nicht gar iſt und nur wenn die Flamme

gelb

gelb wird, kann man dies als ein Kennzeichen des gar gebrannten Kalks anſehen. Mit dem Feuern wird alsdann nicht weiter fortgefahren ſondern man läßt alle Oefnungen verſchließen, damit die noch vorhandene Wärme nicht zu ſchnell verfliegt und erſt nach drey bis vier Tagen wird der gebrannte Kalk ausgekarrt und ſorgfältig in Tonnen gegen Näſſe und die Einwirkung der feuchten Luft geſichert. Uebrigens iſt die Furcht ganz ungegründet daß der Kalkſtein durch zu lange Einwirkung des Feuers todtgebrannt und zum Mörtel untauglich werde.

Auf den Prahm Kalkſteine zu brennen, rechnet man 8 bis $8\frac{1}{2}$ Klafter kiefern Holz von 108 Kubikfuß; iſt hingegen der Ofen nur leicht und oben offen erbaut, ſo werden beſonders in kleinen Oefen wohl 12 Klafter Holz auf den Prahm Kalkſteine erfordert. Jeder Prahm Steine gibt 50 bis 54 Tonnen gebrannten Kalk und jede Tonne 12 bis 14 Kubikfuß gelöſchten, ſo daß auf den Prahm etwa 600 Kubikfuß gelöſchten Kalk gerechnet werden können. Die Tonnen, in welchen der gebrannte Kalk verkauft wird, heißen zwar Vierſcheffeltonnen, ihr Inhalt beträgt aber nur $6\frac{1}{4}$ Kubikfuß, welcher von 4 Berliner Scheffel um $\frac{1}{4}$ Kubikfuß abweicht. Die Tonne Steinkalk wiegt $3\frac{1}{2}$ bis $3\frac{3}{4}$ Centner.

Ueber das Kalkbrennen findet man Nachricht, in einer kleinen Schrift von *Fourcroy de Ramecourt*, l'art du Chaufournier à Paris 1766. fol. deren deutſche Ueberſetzung ſich unter dem Titel: die Kalkbrennerkunſt, im ſiebenten Bande des Schauplatzes der Künſte und Handwerker. Leizig und Königsberg 1768. befindet. Ferner in J. C. Eiſele Abhandlung über das Steinkalkbrennen mit Torf. Berlin 1793.

§. 132.

Zur Bereitung des Mörtels erklärt Vitruv (2 Buch, 4 Kap.) denjenigen Sand für den beſten, welcher aus Gruben erhalten wird und knirſcht wenn man ihn in der Hand reibt, auch weder Schmutz noch Erde zurück läßt wenn er auf ein weißes Kleid geworfen wird. Weniger gut iſt der Flußſand und der Meerſand wird unbrauchbar, wegen der beigemiſchten Salztheile.

Der Grubenſand welcher nicht zu fein iſt, ſo daß er in Triebſand übergeht, iſt dann allem übrigen vorzuziehen, wenn er eine rauhe beinahe eckigte Oberfläche hat und keine Erdtheile enthält, welches man auch daran erkennt, wenn er das reine Waſſer nicht trübt. Iſt der Sand zu grobkörnig und hat man keinen andern, ſo muß man denſelben mit dem Spaden durch ein eiſernes

ſchreg geſtelltes Grandſieb werfen, damit die groͤßern zum Moͤrtel unbrauchbaren Steine vor dem Siebe liegen bleiben; ſo wie man auch den unreinen mit Erdtheilen vermiſchten Sand, dadurch von den feinen Erdtheilen abſondert, daß man ihn gegen ein ſchreg geſtelltes feines Drathſieb wirft, durch welches die feinen Erdtheile fallen. Es iſt aber beſſer den mit Erdtheilen gemiſchten Sand ganz zu vermeiden.

Der **Flußſand** wenn er gleich oͤfters weniger Erdtheile als der Grubenſand enthaͤlt, iſt doch wegen ſeiner abgerundeten Oberflaͤche nicht ſo gut wie letzterer, und wenn man ſich in beſondern Faͤllen des **Seeſandes** zum Moͤrtel bedienen muß, ſo iſt es nothwendig denſelben vorher auszuſuͤßen, d. h. mit Fluß- oder Brunnenwaſſer auszuwaſchen, damit keine Salztheile in demſelben bleiben.

Die Vortheile welche durch die Beimiſchung des Sandes zum Kalke entſtehen ſind bereits angefuͤhrt und weil der Moͤrtel die meiſte Feſtigkeit erhaͤlt, wenn der Kalkbrei nur eben zureicht, jedes Sandkoͤrnchen mit einer duͤnnen Rinde zu umgeben und die Zwiſchenraͤume des Sandes auszufuͤllen, ſo kann man auf jeden Kubikfuß geloͤſchten ruͤdersdorfer Kalk, 3 Kubikfuß Sand zuſetzen, ohne daß der Moͤrtel zu mager wird. Dies ſetzt aber voraus, daß der Kalkſtein von guter Beſchaffenheit und beim Brennen und Loͤſchen alle Vorſicht beobachtet ſei; ſonſt kann man nur $2\frac{1}{2}$ Kubikfuß Sand auf den Kubikfuß geloͤſchten Kalk rechnen, welches auch dann der Fall iſt, wenn der gebrannte Kalk vor dem Einloͤſchen eine geraume Zeit geſtanden hat, ſo daß demſelben auch oͤfters nur 2 Kubikfuß Sand zugeſetzt werden koͤnnen. Nimmt man als Mittelzahl $2\frac{1}{2}$ Kubikfuß, ſo kommen auf 2 Kubikfuß gebrannten oder ungebrannten Kalkſtein 12 bis 15 Kubikfuß Sand.

Um den Sand nach der Groͤße der Koͤrner beſtimmter einzutheilen, ſo koͤnnte man unter **groben Sand** denjenigen verſtehen, welcher durch ein Drathſieb faͤllt deſſen Maſchen ein zwoͤlftel Zoll weit ſind, der aber vor einem Drathſiebe mit ein achtzehntel weiten Maſchen liegen bleibt. Gemeiner oder **ordinaͤrer Sand** waͤre alsdann derjenige welcher durch ein Drathſieb mit ein achtzehntel Zoll weiten Maſchen faͤllt und vor einem mit ein zwei und dreyßigſtel Zoll weiten Maſchen liegen bleibt; ſo wie unter **feinem Sande** derjenige verſtanden werden koͤnnte, welcher durch Siebe faͤllt deren Maſchen nur ein zwei und dreißigſtel Zoll weit ſind. Den Sand welcher aus ganz runden kugelfoͤrmigen Koͤrnern beſteht, kann man mit Hr. Forſter **Perlſand** nennen, ſo wie derjenige Sand,

Sand, deſſen Körner dicker als ein zwölftel Zoll ſind, Grand (*Gravier*) heißen kann.

Die Zwiſchenräume des Grandes ſind größer als im groben Sande, und in dieſem größer als im feinen, daher bei der Bereitung des Mörtels mehr feiner als grober Sand zugeſetzt werden kann.

## §. 133.

Zum **Löſchen des Kalks** wird das reinſte Waſſer erfordert, daher das Regenwaſſer den Vorzug verdient, auch iſt das reine geſchmackloſe Flußwaſſer dem Brunnenwaſſer vorzuziehen. So bald der gebrannte Kalk in der Löſchbank ausgebreitet und nur mit ſo viel Waſſer übergoſſen worden, als zum Zerfallen und Aufloſen des Kalks nöthig iſt, wird derſelbe ſo bald der größte Theil der Steine zerfallen iſt, mit der Kalkhacke ſo lange tüchtig durchgearbeitet, bis ſämmtliche Steine im Waſſer aufgelößt ſind. Außer dem guten Durcharbeiten des Kalks iſt noch zu bemerken, daß nicht zu viel Waſſer zugegoſſen oder der Kalk erſäuft wird; er muß daher wenn man in den fertig bearbeiteten Kalk eine Mauerkelle ſteckt und ſie wieder herauszieht, nicht wie Waſſer von der Kelle abtröpfeln, ſondern es muß eine dünne beinahe undurchſichtige Kalkſchicht an der Kelle hängen bleiben. Dieſes Erſäufen des Kalkes iſt aber weit weniger nachtheilig, als wenn man dem Mörtel zu viel Waſſer zuſetzt, ob gleich auch beim Kalklöſchen zu viel Waſſer unnütz auch wohl ſchädlich iſt. Das überflüſſige Waſſer beim Löſchen, kann man leicht ablaſſen, weil ſich der Kalk bald auf den Boden ſetzt und das überflüſſige Waſſer alsdann über demſelben ſtehen bleibt. An jedem Tage ſollte beim Waſſerbau nicht mehr Kalk gelöſcht werden, als zum Mörtel verbraucht wird, und ſo ſchwierig auch die Anwendung dieſer Regel iſt, ſo muß man ſolche doch ſo viel als nur immer möglich iſt, in Ausübung zu bringen ſuchen. Wäre man genöthigt den gelöſchten Kalk einige Tage aufzubewahren, ſo muß er wohl bedeckt ſtehen, damit der Zugang der Luft und des Regens abgehalten wird; Mörtel aber muß durchaus zu Waſſerbauen ſogleich verbraucht werden, ſobald er fertig iſt. Bei der **Bereitung des Mörtels** (Mortarium *Mortier*) wird der Sand welcher am beſten aus Körnern von verſchiedener Größe beſtehet, mit dem Kalke ſchnell hintereinander tüchtig durchgearbeitet, um ſowol eine gleichförmige Vertheilung des Kalkes zwiſchen den Sandkörnern zu bewirken, als auch die Arbeitszeit möglichſt zu verkürzen, damit ſich vor der Vermaurung des Mörtels nicht zu viel Kohlenſäure bindet,

wodurch dem Mörtel die Fähigkeit geraubt wird, mit den Steinen eine feſtzuſammenhängende Maſſe zu bilden. Es iſt daher nichts ärgerlicher als wenn die Arbeiter bei der Bereitung des Mörtels ſich ſo pflegmatiſch benehmen, als wenn das was heute nicht geſchieht, morgen nachgeholt werden könnte, weshalb man um ſo mehr für öftere Ablöſung ſorgen muß.

Ein Kennzeichen daß der Mörtel gehörig bereitet iſt, erhält man durch die Mauerkelle, wenn beim Ausſtechen keine einzelne unzertheilte Kalkklümpchen zum Vorſchein kommen, und wenn beim vertikalen Ausziehen der Kelle aus dem Mörtel, die Kelle nicht ſo ausſieht als wenn ſie aus dem Waſſer gezogen wäre, aber auch keine ſteife einzelne Klumpen Mörtel an derſelben hängen bleiben, ſondern der Mörtel wie ein klebender Brei an der breiten Fläche der Kelle hängt.

Der auf dieſe Art bereitete Mörtel, wo der Kalk keinen weitern Zuſatz als Sand erhalten hat, ſoll zur Unterſcheidung von andern Mörteln oder Cementen, **Sandmörtel** genannt werden. Er wird zu allen Mauerwerken beim Waſſerbau verwandt, welche nicht unmittelbar an das Waſſer kommen; will man ſich deſſelben bei der Hintermaurung ſolcher Waſſergebäude bedienen, welche nach vollendetem Bau unter der Oberfläche des Waſſers ſtehen, ſo muß man die Ueberzeugung haben daß er vor der Wegſchaffung der Fangdämme, hinlänglich ausgetrocknet ſei.

Rechnet man auf den Kubikfuß gelöſchten Kalk $2\frac{1}{2}$ Kubikfuß Sand, oder auf den Kubikfuß ungelöſchten Kalk 6 bis 7 Kubikfuß Sand, ſo gibt dies auf die Tonne Kalk von $6\frac{1}{4}$ Kubikfuß, 4 Fuhren Sand von 10 Kubikfuß. Iſt der Kalk beim Einlöſchen nicht friſch gebrannt, ſo können nur 4 Fuhren Sand zu 8 Kubikfuß gerechnet werden.

Auf die Schachtruthe Mauerwerk von Bruchſteinen mittelmäßiger Größe, rechnet man eine Tonne Kalk. Eben ſo bei Feldſteinen und Mauerziegeln mit gewöhnlichen Fugen. Wenn aber der Kalk nicht friſch gebrannt iſt, oder die Bruch- und Feldſteine von kleiner Form ſind, ſo wird $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Tonne mehr gerechnet.

## §. 134.

Ein weſentliches Erforderniß eines jeden Waſſermörtels beſteht darin, daß er ſchnell genug erhärte, und ſelbſt in dem Falle, wenn er noch feucht unter das Waſſer gebracht wird die nöthige Feſtigkeit zur Verbindung der Steine erhal-

halte. Hiezu trägt derjenige Kalk ungemein viel bei, welcher gleich nach dem Brennen gelöſcht und zu Mörtel bereitet vermauert wird; nur daß man alsdann denſelben nicht mit lauter Sand verſeßt, ſondern zur einen Hälfte der Beimiſchung Sand, und zur andern Hälfte ſehr harte klein geſtoßene Ziegel oder Dachſteine nimmt, ſo daß auf jeden Kubikfuß gelöſchten Kalk, ein bis $1\frac{1}{4}$ Kubikfuß Sand und eben ſo viel klein geſtoßene Ziegel kommen.

Der ſo bereitete Mörtel kann zur Unterſcheidung von den übrigen **gemeiner Waſſermörtel** oder **rother Mörtel** genannt werden; und wenn er gleich ſchneller als der Sandmörtel erhärtet, ſo muß man ihn doch nicht früher in unmittelbare Berührung mit dem Waſſer bringen als bis er ausgetrocknet iſt, wodurch er weſentlich von dem noch zu beſchreibenden Cement verſchieden iſt, welcher im Waſſer erhärtet.

Um die Ziegel bei einem bedeutenden Baue mit weniger Koſten klein zu ſtoßen, kann man an einem fließenden Waſſer ein Rad zur Betreibung eines Stampfwerks anlegen, noch beſſer aber wird das Ziegelmehl auf einer Mühle bereitet, bei welcher eine etwa 5 Fuß hohe und 2 Fuß breite, ſehr ſchwere und an ihrem Umfange mit Eiſen beſchlagene Walze auf einer andern herum rollt, wie ſolches Figur 38. näher nachweiſet. Der Läufer wird von einem Pferde bewegt und die Maſchine ſelbſt beſchreibt Perronet, (Descript. p. 121.) mit der Bemerkung, daß durch ein Pferd mit Hülfe eines Menſchen, täglich 15 Kubikfuß Ziegelmehl bereitet worden. Tafel XXXI. Fig. 38.

Beim Vermauern eines jeden Mörtels iſt das plößliche Austrocknen nachtheilig, weil ſonſt die Kohlenſäure ſich nicht mit dem Kalk verbinden und ihn in Stein verwandeln kann. Wird daher der Mörtel zwiſchen ſehr trockne und überdies poröſe Steine gebracht, welche viel Waſſer verſchlucken können, ſo entziehen dieſe dem Mörtel ſchnell die Feuchtigkeit und er verliert ſeine bindende Kraft, welches nicht erfolgt, wenn die Feuchtigkeit des Mörtels allmählig entweicht. Es müſſen daher, ein feſtes Mauerwerk zu erhalten, alle Mauerſteine unmittelbar vor dem Vermauern tüchtig angefeuchtet werden.

Der vorhin beſchriebene rothe Mörtel kann auch zum Ausſtreichen der Fugen bei Werkſtücken angewandt werden, wenn ſolche nicht unter dem Waſſerſpiegel liegen; auch bedient man ſich deſſelben zum Ausgießen der über dem Waſſerſpiegel liegenden Werkſtücke, in dieſem Falle müſſen aber der Sand und die geſtoßenen Ziegel vor der Beimiſchung durchgeſiebt werden, damit keine große Körner unter den Mörtel kommen.

§. 135.

## §. 135.

Durch die Beimiſchung ſehr feiner Eiſentheile welche aber noch nicht vom Roſt angegriffen ſind, erhält der Mörtel eine ſehr vermehrte bindende Kraft und erhärtet noch ſchneller, auch ſelbſt unter dem Waſſer. Weil aber dieſer Zuſatz zu koſtbar iſt, um im Großen ausgeführt zu werden, ſo kann ſolcher nur ſelten in Anwendung kommen und man bedient ſich daher der Puzzolane oder in unſern Gegenden des Traſſes, als Beimiſchung zum Kalk, weil die Puzzolane noch theurer als der Traß iſt.

Der Traß oder Terras (*Terrasse de Hollande*) iſt eine aufgeſchwemmte vulkaniſche Gebirgsart, welche von grauer rothgelber Farbe am Rhein in den vormaligen Trier und Cöllniſchen Ländern, beſonders aber bei Andernach, in großen Stücken von ungleicher Größe und rauher Oberfläche, unter dem Namen Tuffſtein gegraben oder gebrochen wird. Von hier wird er in ganzen Stücken nach Holland vorzüglich aber nach den Städten Dordtrecht und Rotterdam gebracht, daſelbſt auf Traßmühlen zu Pulver geſtampft, geſiebt, in Tonnen gepackt und zum Gebrauche verſendet. Der Traß darf nicht lange an der freien Luft liegen, weil er ſonſt einen Theil ſeiner bindenden Kraft verliert, auch hat er die Eigenſchaft daß er ſich ſehr leicht mit dem Waſſer vermiſcht und alsdann etwas aufquillt. Im Durchſchnitt kann man annehmen, daß die Hälfte von der Maſſe des Traſſes dem Gewichte nach aus Kieſelerde, der fünfte Theil aus Eiſen und $\frac{3}{5}$ aus Thon und Kalkerde beſtehet. Dieſer bedeutende Antheil von Kieſelerde und Eiſen, macht ihn als Zuſatz zum Kalk geſchickt und hierin iſt die durch Erfahrung beſtätigte bindende Kraft deſſelben und ſein baldiges Erhärten unter dem Waſſer zu ſuchen. Denn wenn gleich der Traß ohne Beimiſchnng von friſch gelöſchtem Kalk als Mörtel untauglich iſt, ſo erhalten doch beide Körper durch die Vermiſchung mit einander, wenn übrigens nichts vernachläßigt wird, die Fähigkeit, ſehr bald unter dem Waſſer zu erhärten. Dem in Tonnen verpackten gelblichen Traß, gibt man vor andern den Vorzug.

Zur Bereitung des Cements aus Kalk und Traß, wird auf jeden Kubikfuß gelöſchten Kalk, ein Kubikfuß pulveriſirter Traß genommen. Der Kalk muß gleich nach dem Löſchen ohne Beimiſchung von Waſſer, aber doch in einem ſo feuchten Zuſtande, daß wenn man etwas davon mit der Kelle ausſticht, ſolches nur ſo eben noch auf derſelben liegen bleibt, mit dem Traß vermiſcht und mit der Kalkſchaufel auf einer reinen hölzernen Unterlage unter einander gearbeitet werden. So bald der trockne Traß größtentheils mit dem Kalke verbunden iſt,

wird

wird die Maſſe mit Schlageiſen oder eiſernen Schaufeln ununterbrochen ſo lange geſchlagen, bis man in der Maſſe kein einzelnes Körnchen mehr findet und der Cement ſo weich wie Butter iſt. Dieſe Weichheit muß er aber nicht durch Zugießen von Waſſer, ſondern durch das Schlagen erhalten, und weil durch das Anfeuchten die Arbeit viel leichter, aber der Cement auch weniger bindend wird, ſo müſſen die Cementſchläger unter gute Aufſicht geſetzt werden. Der fertige Cement iſt noch an demſelben Tage zu vermauern, weil er ſonſt bei einer guten Zubereitung erhärtet, auch muß man ihn während der Arbeit und bis zum Gebrauche gegen die Sonne ſchützen. Sollte einiger Cement auf den folgenden Tag übrig bleiben, ſo muß derſelbe in bedeckten Kaſten aufbewahrt und am andern Tage mit einer Beimiſchung von Kalk und Traß wieder geſchlagen werden.

Dieſer Cement welcher zu jedem Mauerwerk unter dem Waſſer mit Nuzzen angewandt wird, dient auch zum Ausſtreichen der Fugen bei Ziegelmauern und Werkſtücken, ſo weit ſolche vom Waſſer beſpült werden. Es müſſen aber zuvor die Steine welche vermauert werden ſollen, eben ſo wie bei jedem Kalkmörtel tüchtig genäßt, auch die Fugen welche man ausſtreichen will mit dem Mauerpinſel ausgewaſchen werden.

Bei der Bereitung dieſes Cements iſt noch zu bemerken, daß bei demjenigen, welcher zum Vergießen der Werkſtücke und zum Ausſtreichen der Fugen erfordert wird, der zuzuſetzende Traß vorher geſiebt werden muß, weil es ſehr nachtheilig ſeyn würde wenn beim Vergießen der Werkſtücke, grobe Körner im Cement enthalten wären. Zum übrigen Mauerwerk bei welchem Cement gebraucht wird, iſt das Durchſieben des Traſſes nicht nothwendig; auch kann man zur Erſparung der Koſten wegen des Traſſes, auf jeden Kubikfuß gelöſchten Kalk, einen Kubikfuß Traß und einen Kubikfuß geſtoßene Ziegel nehmen. In der Schrift: Geſammelte Nachrichten von dem in den vereinigten niederländiſchen Provinzen gebräuchlichen Cemente aus Traſſe, S. 16. wird eine Miſchung welche aus 3 Theilen Kalk, 2 Theilen Traß und 2 Theilen Sand beſtehet, Baſtart oder unächter Traß, dagegen der anfänglich beſchriebene bei uns gebräuchliche, ſtarker Traß genannt.

Durch mehrmaliges Ausmeſſen und Abwiegen habe ich gefunden, daß von dem Traß, ſo wie er in Tonnen pulveriſirt aus Holland kommt, wenn er ganz trocken und nur durch das Schütteln und Anſtoßen zuſammen gedrückt iſt, der rheinländiſche Kubikfuß zwiſchen 62 bis 67 Berliner Pfund wiegt, oder daß auf

den Centner 1¾ Kubikfuß gehen. Die Tonnen in welchen der Traß aus Holland kommt, ſind von verſchiedener Größe.

Auf die Tonne gebrannten Kalk von 6¾ Kubikfuß, rechnet man 11 bis 12 Centner Traß, woraus etwa 42 Kubikfuß Mörtel bereitet werden. Bei einer ſorgfältigen Mauerarbeit, wo die Fugen der Klinker höchſtens einen viertel Zoll betragen, kann man rechnen daß nur etwa der ſiebente Theil des Mauerwerks aus Cement beſteht, alſo von der Schachtruthe Mauer etwa 20 bis 21 Kubikfuß. Es werden daher auf jede Schachtruthe Mauerwerk von Klinkern, eine halbe Tonne Kalk und 5 bis 6 Centner Traß gerechnet. Erhält der Cement noch eine Beimiſchung von geſtoßenen Ziegeln, ſo wird verhältnißmäßig weniger Traß erfordert.

## §. 136.

Die Bereitung eines **Cements** mit einem Zuſatz von **Puzzolane** oder vulcaniſcher Aſche, (Pulvis Puteolanus), welche in der Nähe des Veſuvs gefunden wird und mit dem beſchriebenen Traß Aehnlichkeit hat, iſt bei uns ihrer Koſtbarkeit wegen nicht im Gebrauch. Vier Theile Puzzolane, drei Theile gut gebrannten lebendigen Kalk, zwei Theile Sand und eben ſo viel kleine Steinſtückchen, ſollen einen guten Cement geben. Ueber die Zubereitung und den Gebrauch dieſes Cements kann man Vitruv's 2 B. 6 E; 5 B. 12 E. und *Faujas de ſaint-Fond*, Recherches ſur la Pouzolane (1778) oder **von Gersdorf**, von der Puzzolane und deren nützlichem Gebrauche (1784) nachleſen, da letztere Schrift eine Ueberſetzung der erſtern enthält. Den Cement welcher aus der Aſche von Tournay (Cendrée de Tournay) bereitet wird, beſchreibt **Belidor** in ſeiner Ingenieur-Wiſſenſchaft, 1 Theil, 3 B. 5 K. Es gehört nicht hieher noch andere Mörtel und Cemente anzuführen, weil hier eigentlich nur von denjenigen die Rede ſeyn ſoll, welcher man ſich bei großen Bauausführungen in unſern Gegenden bedienen kann und die zugleich durch eine hinlängliche Erfahrung als brauchbar anerkannt ſind. Wenigſtens verdient hier aber noch der **Loriotſche Mörtel** angeführt zu werden, weil derſelbe ſchnell erhärtet und wegen ſeiner bald erlangten Feſtigkeit und Dauer zu empfehlen wäre, wenn die Zubereitung bei großen Bauausführungen wegen des pulveriſirten ungelöſchten Kalks, nicht mit zu viel Beſchwerlichkeiten verbunden wäre. Daß ſich die Babylonier bei der Erbauung ihrer aus gebrannten Ziegeln beſtandenen Futtermauern, des Erdharzes anſtatt des Mörtels, nach dem Zeugniß **Herodots** (1 B. 168.) bedienten, verdient beiläufig angemerkt zu werden.

§. 137.

Der Ort und die Höhe der Futtermauern wird nach den verſchiedenen Bedürfniſſen beſtimmt, bei welchen gewöhnlich keine Abänderung ſtatt findet. Nach der Höhe der Futtermauer und des Drucks der dahinter befindlichen Erde und anderer Belaſtungen, welche die Futtermauer fort zu drücken ſtreben, muß ſich ihre Stärke richten, ſo ſehr verſchieden ſie auch in ihrer Geſtalt ſeyn können. Wenn ABDE Figur 39 den Querſchnitt oder das **Profil** einer Futtermauer vorſtellt, welches auf der **Länge** EF derſelben ſenkrecht ſtehet, ſo nennt man AE die **Krone** oder **Oberbreite**, BD die **Unterbreite**, die Vertikallinie EG die **Höhe**; die Seite ED welche gegen das Waſſer ſteht, die **Vorderſeite** und die entgegengeſetzte nach der Füllerde gekehrte oder AB, die **Hinterſeite** der Futtermauer. Sind dieſe Seiten nicht vertikal ſondern ſchief, ſo heißt ED die **Vorder-** und AB die **Hinterböſchung**, deren **Ausladungen**, DG und BC andeutet, welche auch das **Mauerrecht** genannt werden. Zuweilen ſind die Hinterſeiten der Futtermauern durch Abſätze oder **Fußbänke** (Banquets) FHK, KLB Figur 40 verſtärkt, alsdann iſt BL die Höhe und KL die Breite der erſten Fußbank, und eben ſo HK und FH die Höhe und Breite der zweiten Fußbank. Auch werden an der Hinterſeite der Futtermauern zur Verſtärkung **Strebepfeiler** (Contreforts) wie ABCDEFG Figur 41 angebracht, bei welchen AD die **vordere-** und BC oder EF die **hintere Dicke**, DC die obere- FG die **untere Länge** genannt wird; ſind die Dicken und Längen nicht verſchieden, ſo werden ſie ohne Beiſatz angeführt. Durch AH wird die lichte Entfernung zweier Strebepfeiler bezeichnet. Tafel XXXI. Fig. 39. Fig. 40. Fig. 41.

Aus der Zuſammenſtellung der Reſultate über die Unterſuchung der erforderlichen Stärke der Futtermauern (§. 181). ergiebt ſich daß ſie um gleiche Stärke zu erhalten, den meiſten Aufwand an Materialien erfordern, wenn die Vorderböſchung vertikal iſt, und daß mit der vermehrten Ausladung bis zu einer gewiſſen Grenze, auch weniger Materialien nöthig ſind. Es würde hieraus folgen daß man die Vorderböſchung möglichſt groß annehmen müßte, nur ſtreitet dagegen unſer Klima, weil bei einer flachen Abdachung die Steine und der Mörtel leicht verwittern, daher bei Futtermauern von Werkſtücken, die vordere Ausladung nicht leicht größer als dem achten Theil der Höhe gleich genommen wird; dieſe Ausladung kann aber bei Ziegelmauern deshalb nicht wohl Statt finden, weil die Menge der Fugen eine ſolche Mauer weit mehr der Verwitterung ausſetzt,

ſeßt, theils auch weil die gebrannten Steine, rechteckigte Körper (Parallelepipeden) ſind, welche bei einer ſtarken Ausladung eine unebene Mauer bilden würden und weil es zu weitläuftig iſt, deshalb beſonders geſchmiegte Steine zu formen, welchen auch an der ſcharfen Kante, die nöthige Feſtigkeit fehlen würde. Es iſt daher die gewöhnliche Ausladung bei Ziegelmauern $\frac{1}{24}$ der Höhe und nur ſelten wird ſolche bis auf $\frac{1}{18}$ der Höhe vermehrt.

Tafel XXXI. Fig. 4. Man könnte zwar dadurch daß die gebrannten Steine ſenkrecht auf die äußere Böſchung geſeßt würden, wie Figur 42. die Abdachung nach Willkühr annehmen, ohne die Steine zu ſchmiegen; allein es iſt auch einleuchtend wie ſehr die Fugen dem Regen und Schnee, dem Froſt und der Verwitterung ausgeſeßt werden, wozu noch kommt daß bei allen den angerühmten Vortheilen welche dergleichen Mauerwerke gewähren ſollen, das Mauern äußerſt unſicher und beſchwerlich iſt.

Die Anlage einer Hinterböſchung vermindert zwar den Materialien-Bedarf zum Mauerwerk, ſie erfordert aber eine größere Grundfläche als eine vertikale Hinterſeite, welches die Ausgaben für den Roſt vermehrt. Mit größerem Vortheile bedient man ſich zur Erſparung der Materialien, doppelter Fußbänke; dieſe haben in Vergleichung mit den Strebepfeilern noch das voraus, daß ſie durchgängig einerlei Unterbreite behalten und wenn dieſe Mauern noch überdies, in Entfernungen, welche der zwei bis dreifachen Höhe gleich ſind, Strebepfeiler
Fig. 43. erhalten, wie Figur 43. deren Länge der Breite beider Fußbänke, und deren Dicke dem fünften Theile der Höhe gleich iſt, ſo verdienen ſolche vor den Futtermauern mit gewöhnlichen Strebepfeilern den Vorzug.

Fig. 41. Ob man die Strebepfeiler Figur 41. an der Wurzel bei AD dünner oder dicker machen ſoll als am Hintertheile bei BC darüber ſind die Meinungen getheilt, weil erſteres eine größere Stabilität, leßteres aber eine ſtärkere Verbindung des Strebepfeilers mit der Mauer bewirkt. Der leßte Vortheil iſt bei ſchmalen Pfeilern gegen den erſtern überwiegend. Es iſt aber hiebei anzurathen die Pfeiler nicht zu ſchwach aber durchgängig gleich breit zu machen, weil ſie ſich dann am leichteſten und mit einem tüchtigen Verband ausführen laſſen, welches hiebei die Hauptſache iſt.

## §. 138.

Sind die übrigens tüchtig auszuführenden Futtermauern, keinem andern Druck als der in gleicher Höhe mit denſelben befindlichen Füllerde ausgeſeßt, ſo können die folgenden vier Tafeln zur Beſtimmung der erforderlichen Abmeſſun-

gen dienen, ſo bald nur die Böſchung feſtgeſetzt und beſtimmt iſt ob die Mauer mit Fußbänken, Strebepfeiler oder ohne dieſelben aufgeführt werden ſoll. Wird hingegen neben der Krone der Mauer ein Fuhrweg angelegt, wodurch nachtheilige Erſchütterungen für die Mauer und Belaſtungen entſtehen, welche eine Verſtärkung derſelben nothwendig machen, ſo kann man ſich in dieſen Fällen der vier letzten von den nachſtehenden Tafeln bedienen, um die Abmeſſungen der Mauer zu beſtimmen.

Weil nur diejenige Erde, welche, wenn keine Futtermauer vorhanden iſt, frei abſinkt, einen Druck gegen die Futtermauer äußern kann, ſo müſſen auch alle Belaſtungen welche innerhalb dieſer Grenzen über der abſinkenden Erde angebracht werden, einen ſtärkern Druck gegen die Futtermauer äußern. Sollte daher durch eine beſonders noch aufzubringende Belaſtung ein ſtärkerer Druck befürchtet werden, ſo ſind nach der im erſten Anhang gegeben Theorie, die Abmeſſungen der Mauer zu beſtimmen. Uebrigens ſind die folgenden Tafeln nach dieſer Theorie berechnet.

Tafel I.

# Tafel I.

Zur Beſtimmung der Profile bei Futtermauern, wenn die Hinterſeite des Profils lothrecht ſteht, und nichts als die in gleicher Höhe mit der Futtermauer befindliche Füllerde dagegen drückt.

| Höhe der Futtermauer | Die Ausladung der Vorderböſchung des Profils iſt: | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ſenkrecht | | $\frac{1}{24}$ der Höhe | | $\frac{1}{18}$ der Höhe | | $\frac{1}{12}$ der Höhe | | $\frac{1}{8}$ der Höhe | |
| | Oberbreite | Unterbreite | Oberbreite | Unterbreite | Oberbreite | Unterbreite | Oberbreite | Unterbreite | Oberbreite | Unterbreite |
| Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß |
| 6 | 1,768 | 1,768 | 1,524 | 1,774 | 1,445 | 1,778 | 1,291 | 1,791 | 1,070 | 1,820 |
| 7 | 2,062 | 2,062 | 1,778 | 2,069 | 1,686 | 2,075 | 1,506 | 2,090 | 1,249 | 2,124 |
| 8 | 2,357 | 2,357 | 2,032 | 2,365 | 1,927 | 2,371 | 1,722 | 2,388 | 1,427 | 2,427 |
| 9 | 2,651 | 2,651 | 2,286 | 2,660 | 2,168 | 2,668 | 1,937 | 2,687 | 1,606 | 2,731 |
| 10 | 2,946 | 2,946 | 2,540 | 2,956 | 2,409 | 2,964 | 2,152 | 2,985 | 1,784 | 3,034 |
| 11 | 3,241 | 3,241 | 2,794 | 3,252 | 2,650 | 3,260 | 2,367 | 3,284 | 1,962 | 3,337 |
| 12 | 3,535 | 3,635 | 3,048 | 3,547 | 2,891 | 3,557 | 2,582 | 3,582 | 2,141 | 3,641 |
| 13 | 3,830 | 3,830 | 3,302 | 3,843 | 3,132 | 3,853 | 2,798 | 3,881 | 2,319 | 3,944 |
| 14 | 4,124 | 4,124 | 3,556 | 4,138 | 3,373 | 4,150 | 3,013 | 4,179 | 2,498 | 4,248 |
| 15 | 4,419 | 4,419 | 3,810 | 4,434 | 3,614 | 4,446 | 3,228 | 4,478 | 2,676 | 4,551 |
| 16 | 4,714 | 4,714 | 4,064 | 4,730 | 3,854 | 4,742 | 3,443 | 4,776 | 2,854 | 4,854 |
| 17 | 5,008 | 5,008 | 4,318 | 5,025 | 4,095 | 5,039 | 3,638 | 5,075 | 3,033 | 5,158 |
| 18 | 5,303 | 5,303 | 4,572 | 5,321 | 4,336 | 5,335 | 3,874 | 5,373 | 3,211 | 5,461 |
| 19 | 5,597 | 5,597 | 4,826 | 5,616 | 4,577 | 5,632 | 4,089 | 5,672 | 3,390 | 5,765 |
| 20 | 5,892 | 5,892 | 5,080 | 5,912 | 4,818 | 5,928 | 4,304 | 5,970 | 3,568 | 6,068 |
| 21 | 6,187 | 6,187 | 5,334 | 6,208 | 5,059 | 6,224 | 4,519 | 6,269 | 3,746 | 6,371 |
| 22 | 6,481 | 6,481 | 5,588 | 6,503 | 5,300 | 6,521 | 4,734 | 6,567 | 3,925 | 6,675 |
| 23 | 6,776 | 6,776 | 5,842 | 6,799 | 5,541 | 6,817 | 4,950 | 6,866 | 4,103 | 6,978 |
| 24 | 7,070 | 7,070 | 6,096 | 7,094 | 5,782 | 7,114 | 5,165 | 7,164 | 4,282 | 7,282 |
| 25 | 7,365 | 7,365 | 6,350 | 7,390 | 6,023 | 7,410 | 5,380 | 7,463 | 4,460 | 7,585 |
| 30 | 8,838 | 8,838 | 7,620 | 8,868 | 7,227 | 8,892 | 6,456 | 8,955 | 5,352 | 9,102 |
| 40 | 11,748 | 11,748 | 10,160 | 11,824 | 9,636 | 11,856 | 8,608 | 11,940 | 7,136 | 12,136 |
| 50 | 14,730 | 14,730 | 12,700 | 14,780 | 12,045 | 14,820 | 10,760 | 14,925 | 8,920 | 15,170 |
| 60 | 17,676 | 17,676 | 15,240 | 17,736 | 14,454 | 17,784 | 12,912 | 17,910 | 10,704 | 18,202 |

# Tafel II.

Zur Beſtimmung der Profile bei Futtermauern mit einer Vorder- und Hinterböſchung, wenn die Oberbreite des Profils durchgängig dem ſechſten Theil der Höhe gleich iſt, und nichts als die in gleicher Höhe mit der Futtermauer befindliche Füllerde dagegen drückt.

| Höhe der Futtermauer | Oberbreite der Futtermauer | Die Ausladung der Vorderböſchung des Profils iſt: | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ſenkrecht | $\frac{1}{24}$ der Höhe | $\frac{1}{18}$ der Höhe | $\frac{1}{12}$ der Höhe | $\frac{1}{8}$ der Höhe |
| | | Unterbreite | Unterbreite | Unterbreite | Unterbreite | Unterbreite |
| Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß |
| 6 | 1,000 | 2,104 | 1,997 | 1,963 | 1,912 | 1,850 |
| 7 | 1,167 | 2,455 | 2,330 | 2,290 | 2,231 | 2,158 |
| 8 | 1,333 | 2,806 | 2,662 | 2,617 | 2,550 | 2,466 |
| 9 | 1,500 | 3,156 | 2,995 | 2,944 | 2,868 | 2,775 |
| 10 | 1,667 | 3,507 | 3,328 | 3,271 | 3,187 | 3,083 |
| 11 | 1,833 | 3,858 | 3,661 | 3,598 | 3,506 | 3,391 |
| 12 | 2,000 | 4,208 | 3,994 | 3,925 | 3,824 | 3,700 |
| 13 | 2,167 | 4,559 | 4,326 | 4,252 | 4,143 | 4,008 |
| 14 | 2,333 | 4,910 | 4,659 | 4,579 | 4,462 | 4,316 |
| 15 | 2,500 | 5,261 | 4,992 | 4,907 | 4,781 | 4,625 |
| 16 | 2,667 | 5,611 | 5,325 | 5,234 | 5,099 | 4,933 |
| 17 | 2,833 | 5,962 | 5,658 | 5,561 | 5,418 | 5,241 |
| 18 | 3,000 | 6,313 | 5,990 | 5,888 | 5,737 | 5,549 |
| 19 | 3,167 | 6,663 | 6,323 | 6,215 | 6,055 | 5,858 |
| 20 | 3,333 | 7,014 | 6,656 | 6,542 | 6,374 | 6,166 |
| 21 | 3,500 | 7,365 | 6,989 | 6,869 | 6,693 | 6,474 |
| 22 | 3,667 | 7,715 | 7,322 | 7,196 | 7,011 | 6,783 |
| 23 | 3,833 | 8,066 | 7,654 | 7,523 | 7,330 | 7,091 |
| 24 | 4,000 | 8,417 | 7,987 | 7,850 | 7,649 | 7,399 |
| 25 | 4,162 | 8,768 | 8,320 | 8,178 | 7,968 | 7,708 |
| 30 | 5,000 | 10,521 | 9,984 | 9,813 | 9,561 | 9,249 |
| 40 | 6,667 | 14,028 | 13,312 | 13,084 | 12,748 | 12,332 |
| 50 | 8,333 | 17,535 | 16,640 | 16,355 | 15,935 | 15,415 |
| 60 | 10,000 | 21,042 | 19,968 | 19,626 | 19,122 | 18,408 |

# Tafel III.

Zur Beſtimmung der Profile bei Futtermauern, welche mit einer Fußbank verſehen ſind, und nichts als die in gleicher Höhe mit der Futtermauer befindliche Füllerde dagegen drückt.

| Höhe der Futtermauer | Oberbreite der Futtermauer | Die Ausladung der Vorderböſchung des Profils iſt: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ſenkrecht | | | $\frac{1}{24}$ der Höhe | | |
| | | Unterbreite | Höhe der Fußbank | Breite der Fußbank | Unterbreite | Höhe der Fußbank | Breite der Fußbank |
| Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß |
| 6 | 1,000 | 1,768 | 2,607 | 0,769 | 1,774 | 2,063 | 0,524 |
| 7 | 1,167 | 2,062 | 3,042 | 0,897 | 2,069 | 2,407 | 0,612 |
| 8 | 1,333 | 2,357 | 3,476 | 1,025 | 2,365 | 2,751 | 0,699 |
| 9 | 1,500 | 2,651 | 3,911 | 1,153 | 2,660 | 3,095 | 0,787 |
| 10 | 1,667 | 2,946 | 4,345 | 1,281 | 2,956 | 3,439 | 0,874 |
| 11 | 1,833 | 3,241 | 4,780 | 1,409 | 3,252 | 3,783 | 0,961 |
| 12 | 2,000 | 3,535 | 5,214 | 1,537 | 3,547 | 4,127 | 1,049 |
| 13 | 2,167 | 3,830 | 5,649 | 1,665 | 3,843 | 4,471 | 1,136 |
| 14 | 2,333 | 4,124 | 6,083 | 1,793 | 4,138 | 4,815 | 1,224 |
| 15 | 2,500 | 4,419 | 6,518 | 1,921 | 4,434 | 5,159 | 1,311 |
| 16 | 2,667 | 4,714 | 6,952 | 2,050 | 4,730 | 5,502 | 1,398 |
| 17 | 2,833 | 5,008 | 7,387 | 2,178 | 5,025 | 5,846 | 1,486 |
| 18 | 3,000 | 5,303 | 7,821 | 2,306 | 5,321 | 6,190 | 1,573 |
| 19 | 3,167 | 5,597 | 8,256 | 2,434 | 5,616 | 6,534 | 1,661 |
| 20 | 3,333 | 5,892 | 8,690 | 2,562 | 5,912 | 6,878 | 1,748 |
| 21 | 3,500 | 6,187 | 9,125 | 2,690 | 6,208 | 7,222 | 1,835 |
| 22 | 3,667 | 6,481 | 9,559 | 2,818 | 6,503 | 7,566 | 1,923 |
| 23 | 3,833 | 6,776 | 9,994 | 2,946 | 6,799 | 7,910 | 2,010 |
| 24 | 4,000 | 7,070 | 10,428 | 3,074 | 7,094 | 8,254 | 2,098 |
| 25 | 4,162 | 7,365 | 10,863 | 3,203 | 7,390 | 8,598 | 2,185 |
| 30 | 5,000 | 8,838 | 13,035 | 3,843 | 8,868 | 10,317 | 2,622 |
| 40 | 6,667 | 11,748 | 17,420 | 5,124 | 11,824 | 13,756 | 3,496 |
| 50 | 8,333 | 14,730 | 21,725 | 6,405 | 14,780 | 17,196 | 4,370 |
| 60 | 10,000 | 17,676 | 26,070 | 7,686 | 17,739 | 20,634 | 5,244 |

Fortſetzung

# Fortſetzung der dritten Tafel.

| Höhe der Futtermauer | Oberbreite der Futtermauer | Die Ausladung der Vorderböſchung des Profils iſt: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $\frac{1}{3}$ der Höhe | | | $\frac{1}{12}$ der Höhe | | |
| | | Unterbreite | Höhe der Fußbank | Breite der Fußbank | Unterbreite | Höhe der Fußbank | Breite der Fußbank |
| Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß |
| 6 | 1,000 | 1,778 | 1,849 | 0,445 | 1,791 | 1,353 | 0,292 |
| 7 | 1,167 | 2,075 | 2,157 | 0,519 | 2,090 | 1,579 | 0,340 |
| 8 | 1,333 | 2,371 | 2,466 | 0,594 | 2,388 | 1,804 | 0,389 |
| 9 | 1,500 | 2,668 | 2,774 | 0,668 | 2,687 | 2,030 | 0,437 |
| 10 | 1,667 | 2,964 | 3,082 | 0,742 | 2,985 | 2,255 | 0,486 |
| 11 | 1,833 | 3,260 | 3,390 | 0,816 | 3,284 | 2,481 | 0,535 |
| 12 | 2,000 | 3,557 | 3,698 | 0,890 | 3,582 | 2,706 | 0,583 |
| 13 | 2,167 | 3,853 | 4,007 | 0,965 | 3,881 | 2,932 | 0,632 |
| 14 | 2,333 | 4,150 | 4,315 | 1,039 | 4,179 | 3,157 | 0,680 |
| 15 | 2,500 | 4,446 | 4,623 | 1,113 | 4,478 | 3,383 | 0,729 |
| 16 | 2,667 | 4,742 | 4,931 | 1,187 | 4,776 | 3,608 | 0,778 |
| 17 | 2,833 | 5,039 | 5,239 | 1,261 | 5,075 | 3,834 | 0,826 |
| 18 | 3,000 | 5,335 | 5,548 | 1,336 | 5,373 | 4,059 | 0,875 |
| 19 | 3,167 | 5,632 | 5,856 | 1,410 | 5,672 | 4,285 | 0,923 |
| 20 | 3,333 | 5,928 | 6,164 | 1,484 | 5,970 | 4,510 | 0,972 |
| 21 | 3,500 | 6,224 | 6,472 | 1,558 | 6,269 | 4,736 | 1,021 |
| 22 | 3,667 | 6,521 | 6,780 | 1,632 | 6,567 | 4,961 | 1,069 |
| 23 | 3,833 | 6,817 | 7,089 | 1,707 | 6,866 | 5,187 | 1,118 |
| 24 | 4,000 | 7,114 | 7,397 | 1,781 | 7,164 | 5,412 | 1,166 |
| 25 | 4,167 | 7,410 | 7,705 | 1,855 | 7,463 | 5,638 | 1,215 |
| 30 | 5,000 | 8,892 | 9,246 | 2,226 | 8,955 | 6,765 | 1,458 |
| 40 | 6,667 | 11,856 | 12,328 | 2,968 | 11,940 | 9,020 | 1,944 |
| 50 | 8,333 | 14,820 | 15,410 | 3,710 | 14,925 | 11,275 | 2,430 |
| 60 | 10,000 | 17,784 | 18,492 | 4,452 | 17,910 | 13,530 | 2,916 |

**Anmerkung.** Soll das Profil zwei Fußbänke erhalten, ſo bleiben alle hier beſtimmte Abmeſſungen unverändert, ausgenommen daß von der hier angegebenen Höhe und Breite der Fußbank die Hälfte genommen wird, um die Höhe und Breite einer jeden von den beiden Fußbänken zu finden.

# Tafel IV.

Zur Beſtimmung der Profile bei Futtermauern mit Strebepfeilern, wenn nichts als die in gleicher Höhe mit der Futtermauer befindliche Füllerde dagegen drückt.

| Höhe der Futtermauer | Die Ausladung der Vorderböſchung iſt: | | | | | | Der Strebepfeiler | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ſenkrecht | | | $\frac{1}{24}$ der Höhe | | | | |
| | Der Futtermauer | | Lichte Entfernung der Strebepfeiler | Der Futtermauer | | Lichte Entfernung der Strebepfeiler | Länge | Dicke |
| | Oberbreite | Unterbreite | | Oberbreite | Unterbreite | | | |
| Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß |
| 6 | 1,427 | 1,427 | 6 | 1,183 | 1,433 | 6 | 1,50 | 1,2 |
| 7 | 1,665 | 1,665 | 7 | 1,380 | 1,672 | 7 | 1,75 | 1,4 |
| 8 | 1,902 | 1,902 | 8 | 1,578 | 1,911 | 8 | 2,00 | 1,6 |
| 9 | 2,140 | 2,140 | 9 | 1,775 | 2,150 | 9 | 2,25 | 1,8 |
| 10 | 2,378 | 2,378 | 10 | 1,972 | 2,389 | 10 | 2,50 | 2,0 |
| 11 | 2,616 | 2,616 | 11 | 2,169 | 2,627 | 11 | 2,75 | 2,2 |
| 12 | 2,854 | 2,854 | 12 | 2,366 | 2,866 | 12 | 3,00 | 2,4 |
| 13 | 3,091 | 3,091 | 13 | 2,564 | 3,105 | 13 | 3,25 | 2,6 |
| 14 | 3,329 | 3,329 | 14 | 2,761 | 3,344 | 14 | 3,50 | 2,8 |
| 15 | 3,567 | 3,567 | 15 | 2,958 | 3,583 | 15 | 3,75 | 3,0 |
| 16 | 3,805 | 3,805 | 16 | 3,155 | 3,822 | 16 | 4,00 | 3,2 |
| 17 | 4,043 | 4,043 | 17 | 3,352 | 4,061 | 17 | 4,25 | 3,4 |
| 18 | 4,280 | 4,280 | 18 | 3,550 | 4,299 | 18 | 4,50 | 3,6 |
| 19 | 4,518 | 4,518 | 19 | 3,747 | 4,538 | 19 | 4,75 | 3,8 |
| 20 | 4,756 | 4,756 | 20 | 3,944 | 4,777 | 20 | 5,00 | 4,0 |
| 21 | 4,994 | 4,994 | 21 | 4,141 | 5,016 | 21 | 5,25 | 4,2 |
| 22 | 5,232 | 5,232 | 22 | 4,338 | 5,255 | 22 | 5,50 | 4,4 |
| 23 | 5,469 | 5,469 | 23 | 4,536 | 5,295 | 23 | 5,75 | 4,6 |
| 24 | 5,707 | 5,707 | 24 | 4,733 | 5,733 | 24 | 6,00 | 4,8 |
| 25 | 5,945 | 5,945 | 25 | 4,930 | 5,971 | 25 | 6,25 | 5,0 |
| 30 | 7,134 | 7,134 | 30 | 5,916 | 7,164 | 30 | 7,50 | 6,0 |
| 40 | 9,512 | 9,512 | 40 | 7,888 | 9,554 | 40 | 10,00 | 8,0 |
| 50 | 11,890 | 11,890 | 50 | 9,860 | 11,943 | 50 | 12,50 | 10,0 |
| 60 | 14,268 | 14,268 | 60 | 11,832 | 14,331 | 60 | 15,00 | 12,0 |

Fortſetzung

# Fortſetzung der vierten Tafel.

| Höhe der Futtermauer | Die Ausladung der Vorderböſchung iſt: | | | | | | Der Strebepfeiler | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\frac{1}{18}$ der Höhe | | | $\frac{1}{12}$ der Höhe | | | | |
| | Der Futtermauer | | Lichte Entfernung der Strebepfeiler | Der Futtermauer | | Lichte Entfernung der Strebepfeiler | Länge | Dicke |
| | Oberbreite | Unterbreite | | Oberbreite | Unterbreite | | | |
| Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß |
| 6 | 1,150 | 1,438 | 6 | 0,952 | 1,452 | 6 | 1,50 | 1,2 |
| 7 | 1,288 | 1,678 | 7 | 1,110 | 1,694 | 7 | 1,75 | 1,4 |
| 8 | 1,473 | 1,917 | 8 | 1,269 | 1,935 | 8 | 2,00 | 1,6 |
| 9 | 1,657 | 2,157 | 9 | 1,427 | 2,177 | 9 | 2,25 | 1,8 |
| 10 | 1,841 | 2,396 | 10 | 1,586 | 2,419 | 10 | 2,50 | 2,0 |
| 11 | 2,025 | 2,636 | 11 | 1,745 | 2,661 | 11 | 2,75 | 2,2 |
| 12 | 2,209 | 2,876 | 12 | 1,903 | 2,903 | 12 | 3,00 | 2,4 |
| 13 | 2,393 | 3,116 | 13 | 2,062 | 3,145 | 13 | 3,25 | 2,6 |
| 14 | 2,577 | 3,355 | 14 | 2,220 | 3,387 | 14 | 3,50 | 2,8 |
| 15 | 2,762 | 3,595 | 15 | 2,379 | 3,629 | 15 | 3,75 | 3,0 |
| 16 | 2,946 | 3,834 | 16 | 2,538 | 3,871 | 16 | 4,00 | 3,2 |
| 17 | 3,130 | 4,074 | 17 | 2,696 | 4,113 | 17 | 4,25 | 3,4 |
| 18 | 3,314 | 4,314 | 18 | 2,855 | 4,355 | 18 | 4,50 | 3,6 |
| 19 | 3,498 | 4,553 | 19 | 3,013 | 4,597 | 19 | 4,75 | 3,8 |
| 20 | 3,682 | 4,793 | 20 | 3,172 | 4,839 | 20 | 5,00 | 4,0 |
| 21 | 3,866 | 5,033 | 21 | 3,331 | 5,081 | 21 | 5,25 | 4,2 |
| 22 | 4,050 | 5,272 | 22 | 3,489 | 5,323 | 22 | 5,50 | 4,4 |
| 23 | 4,234 | 5,512 | 23 | 3,648 | 5,564 | 23 | 5,75 | 4,6 |
| 24 | 4,418 | 5,752 | 24 | 3,806 | 5,806 | 24 | 6,00 | 4,8 |
| 25 | 4,602 | 5,991 | 25 | 3,965 | 6,048 | 25 | 6,25 | 5,0 |
| 30 | 5,523 | 7,189 | 30 | 4,758 | 7,258 | 30 | 7,50 | 6,0 |
| 40 | 7,364 | 9,586 | 40 | 6,344 | 9,677 | 40 | 10,00 | 8,0 |
| 50 | 9,205 | 11,982 | 50 | 7,930 | 12,096 | 50 | 12,50 | 10,0 |
| 60 | 11,046 | 14,379 | 60 | 9,516 | 14,515 | 60 | 15,00 | 12,0 |

# Tafel V.

Zur Beſtimmung der Profile, wenn die Hinterſeite derſelben lothrecht und die Mauer den Erſchütterungen von Wagen u. d. gl. ausgeſetzt iſt.

| Höhe der Futtermauer | Die Ausladung der Vorderböſchung des Profils iſt: | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ſenkrecht | | $\frac{1}{24}$ der Höhe | | $\frac{1}{18}$ der Höhe | | $\frac{1}{12}$ der Höhe | | $\frac{1}{6}$ der Höhe | |
| | Oberbreite | Unterbreite | Oberbreite | Unterbreite | Oberbreite | Unterbreite | Oberbreite | Unterbreite | Oberbreite | Unterbreite |
| Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß |
| 6 | 2,165 | 2,165 | 1,919 | 2,169 | 1,839 | 2,173 | 1,684 | 2,183 | 1,457 | 2,207 |
| 7 | 2,526 | 2,526 | 2,239 | 2,531 | 2,146 | 2,535 | 1,964 | 2,547 | 1,700 | 2,575 |
| 8 | 2,886 | 2,836 | 2,559 | 2,892 | 2,453 | 2,897 | 2,245 | 2,911 | 1,943 | 2,943 |
| 9 | 3,247 | 3,247 | 2,879 | 3,254 | 2,759 | 3,259 | 2,525 | 3,275 | 2,186 | 3,311 |
| 10 | 3,608 | 3,608 | 3,199 | 3,615 | 3,066 | 3,621 | 2,806 | 3,639 | 2,429 | 3,679 |
| 11 | 3,969 | 3,969 | 3,519 | 3,976 | 3,373 | 3,983 | 3,087 | 4,003 | 2,672 | 4,047 |
| 12 | 4,330 | 4,330 | 3,839 | 4,338 | 3,679 | 4,345 | 3,367 | 4,367 | 2,915 | 4,415 |
| 13 | 4,690 | 4,690 | 4,159 | 4,699 | 3,986 | 4,707 | 3,648 | 4,731 | 3,158 | 4,783 |
| 14 | 5,051 | 5,051 | 4,479 | 5,061 | 4,292 | 5,069 | 3,928 | 5,095 | 3,401 | 5,151 |
| 15 | 5,412 | 5,412 | 4,799 | 5,422 | 4,599 | 5,432 | 4,209 | 5,459 | 3,644 | 5,518 |
| 16 | 5,773 | 5,773 | 5,118 | 5,784 | 4,906 | 5,794 | 4,490 | 5,812 | 3,886 | 5,886 |
| 17 | 6,144 | 6,144 | 5,438 | 6,146 | 5,212 | 6,156 | 4,770 | 6,186 | 4,129 | 6,254 |
| 18 | 6,494 | 6,494 | 5,758 | 6,507 | 5,519 | 6,518 | 5,051 | 6,550 | 4,372 | 6,622 |
| 19 | 6,855 | 6,855 | 6,078 | 6,868 | 5,825 | 6,880 | 5,331 | 6,914 | 4,615 | 6,990 |
| 20 | 7,216 | 7,216 | 6,398 | 7,230 | 6,132 | 7,242 | 5,612 | 7,278 | 4,858 | 7,358 |
| 21 | 7,577 | 7,577 | 6,718 | 7,592 | 6,439 | 7,604 | 5,893 | 7,642 | 5,101 | 7,726 |
| 22 | 7,938 | 7,938 | 7,038 | 7,953 | 6,745 | 7,966 | 6,173 | 8,005 | 5,344 | 8,094 |
| 23 | 8,298 | 8,298 | 7,357 | 8,314 | 7,052 | 8,328 | 6,454 | 8,370 | 5,587 | 8,462 |
| 24 | 8,659 | 8,659 | 7,678 | 8,676 | 7,358 | 8,690 | 6,734 | 8,734 | 5,830 | 8,830 |
| 25 | 9,020 | 9,020 | 7,997 | 9,038 | 7,665 | 9,053 | 7,015 | 9,098 | 6,081 | 9,198 |
| 30 | 10,824 | 10,824 | 9,597 | 10,845 | 9,198 | 10,863 | 8,418 | 10,917 | 7,287 | 11,037 |
| 40 | 14,432 | 14,432 | 12,796 | 14,460 | 12,264 | 14,484 | 11,224 | 14,556 | 9,716 | 14,716 |
| 50 | 18,040 | 18,040 | 15,995 | 18,075 | 15,330 | 18,105 | 14,030 | 18,195 | 12,145 | 18,395 |
| 60 | 21,648 | 21,648 | 19,194 | 21,690 | 18,396 | 21,726 | 16,836 | 21,834 | 14,574 | 22,074 |

# Tafel VI.

Zur Beſtimmung der Profile bei Futtermauern mit einer Vorder- und Hinterböſchung, wenn die Oberbreite des Profils durchgängig dem fünften Theile der Höhe gleich und die Mauer den Erſchütterungen von Wagen u. d. gl. ausgeſetzt iſt.

| Höhe der Futtermauer | Oberbreite derſelben. | Die Ausladung der Vorderböſchung des Profils iſt: | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ſenkrecht | $\frac{1}{24}$ der Höhe | $\frac{1}{18}$ der Höhe | $\frac{1}{12}$ der Höhe | $\frac{1}{8}$ der Höhe |
| | | Unterbreite | Unterbreite | Unterbreite | Unterbreite | Unterbreite |
| Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß |
| 6 | 1,2 | 2,763 | 2,599 | 2,549 | 2,459 | 2,345 |
| 7 | 1,4 | 3,224 | 3,031 | 2,974 | 2,868 | 2,736 |
| 8 | 1,6 | 3,684 | 3,464 | 3,398 | 3,278 | 3,126 |
| 9 | 1,8 | 4,145 | 3,897 | 3,823 | 3,687 | 3,517 |
| 10 | 2,0 | 4,605 | 4,330 | 4,248 | 4,097 | 3,908 |
| 11 | 2,2 | 5,066 | 4,763 | 4,673 | 4,506 | 4,299 |
| 12 | 2,4 | 5,526 | 5,196 | 5,098 | 4,916 | 4,690 |
| 13 | 2,6 | 5,987 | 5,629 | 5,522 | 5,326 | 5,080 |
| 14 | 2,8 | 6,447 | 6,062 | 5,947 | 5,736 | 5,471 |
| 15 | 3,0 | 6,908 | 6,495 | 6,372 | 6,146 | 5,862 |
| 16 | 3,2 | 7,368 | 6,929 | 6,797 | 6,555 | 6,253 |
| 17 | 3,4 | 7,829 | 7,361 | 7,222 | 6,965 | 6,644 |
| 18 | 3,6 | 8,289 | 7,794 | 7,646 | 7,375 | 7,034 |
| 19 | 3,8 | 8,749 | 8,227 | 8,071 | 7,784 | 7,425 |
| 20 | 4,0 | 9,210 | 8,660 | 8,496 | 8,194 | 7,816 |
| 21 | 4,2 | 9,671 | 9,093 | 8,921 | 8,604 | 8,207 |
| 22 | 4,4 | 10,131 | 9,526 | 9,346 | 9,013 | 8,598 |
| 23 | 4,6 | 10,592 | 9,959 | 9,770 | 9,423 | 8,988 |
| 24 | 4,8 | 11,052 | 10,392 | 10,195 | 9,833 | 9,379 |
| 25 | 5,0 | 11,513 | 10,825 | 10,620 | 10,243 | 9,770 |
| 30 | 6 | 13,815 | 12,990 | 12,744 | 12,291 | 11,724 |
| 40 | 8 | 18,420 | 17,320 | 16,992 | 16,388 | 15,632 |
| 50 | 10 | 23,025 | 21,650 | 21,240 | 20,458 | 19,540 |
| 60 | 12 | 27,630 | 25,980 | 25,488 | 24,582 | 23,448 |

Tafel VII.

# Tafel VII.

Für Profile mit einer Fußbank, wenn die Mauer den Erſchütterungen von Wagen u. d. gl. ausgeſetzt iſt.

| Höhe der Futtermauer | Oberbreite der Futtermauer | Die Ausladung der Vorderböſchung des Profils iſt: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ſenkrecht | | | $\frac{1}{24}$ der Höhe | | |
| | | Unterbreite | Höhe der Fußbank | Breite der Fußbank | Unterbreite | Höhe der Fußbank | Breite der Fußbank |
| Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß |
| 6 | 1,2 | 2,164 | 2,674 | 0,964 | 2,169 | 2,249 | 0,719 |
| 7 | 1,4 | 2,525 | 3,119 | 1,125 | 2,531 | 2,623 | 0,839 |
| 8 | 1,6 | 2,886 | 3,565 | 1,286 | 2,892 | 2,998 | 0,959 |
| 9 | 1,8 | 3,246 | 4,010 | 1,446 | 3,254 | 3,373 | 1,079 |
| 10 | 2,0 | 3,607 | 4,456 | 1,607 | 3,615 | 3,748 | 1,199 |
| 11 | 2,2 | 3,968 | 4,902 | 1,768 | 3,977 | 4,123 | 1,319 |
| 12 | 2,4 | 4,328 | 5,347 | 1,928 | 4,338 | 4,498 | 1,439 |
| 13 | 2,6 | 4,689 | 5,793 | 2,089 | 4,670 | 4,872 | 1,559 |
| 14 | 2,8 | 5,049 | 6,238 | 2,250 | 5,061 | 5,247 | 1,679 |
| 15 | 3,0 | 5,411 | 6,684 | 2,411 | 5,423 | 5,622 | 1,798 |
| 16 | 3,2 | 5,771 | 7,129 | 2,571 | 5,784 | 5,996 | 1,918 |
| 17 | 3,4 | 6,132 | 7,575 | 2,732 | 6,146 | 6,372 | 2,038 |
| 18 | 3,6 | 6,493 | 8,021 | 2,893 | 6,507 | 6,746 | 2,158 |
| 19 | 3,8 | 6,853 | 8,466 | 3,053 | 6,868 | 7,122 | 2,278 |
| 20 | 4,0 | 7,214 | 8,912 | 3,214 | 7,230 | 7,496 | 2,398 |
| 21 | 4,2 | 7,575 | 9,358 | 3,375 | 7,591 | 7,871 | 2,518 |
| 22 | 4,4 | 7,935 | 9,803 | 3,535 | 7,953 | 8,246 | 2,638 |
| 23 | 4,6 | 8,296 | 10,249 | 3,696 | 8,314 | 8,621 | 2,758 |
| 24 | 4,8 | 8,657 | 10,694 | 3,857 | 8,676 | 8,995 | 2,878 |
| 25 | 5,0 | 9,017 | 11,100 | 4,017 | 9,037 | 9,370 | 2,998 |
| 30 | 6, | 10,821 | 13,368 | 4,821 | 10,845 | 11,244 | 3,597 |
| 40 | 8, | 14,428 | 17,824 | 6,428 | 14,460 | 14,992 | 4,796 |
| 50 | 10, | 18,035 | 22,280 | 8,035 | 18,075 | 18,740 | 5,995 |
| 60 | 12, | 21,642 | 26,736 | 9,642 | 21,690 | 22,488 | 7,194 |

Fortſetzung

# Fortſetzung der ſiebenten Tafel.

| Höhe der Futtermauer | Oberbreite derſelben. | Die Ausladung der Vorderböſchung des Profils iſt: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $\frac{1}{18}$ der Höhe | | | $\frac{1}{12}$ der Höhe | | |
| | | Unterbreite | Höhe der Fußbank | Breite der Fußbank | Unterbreite | Höhe der Fußbank | Breite der Fußbank |
| Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß |
| 6 | 1,2 | 2,173 | 2,086 | 0,640 | 2,183 | 1,724 | 0,464 |
| 7 | 1,4 | 2,535 | 2,434 | 0,746 | 2,547 | 2,011 | 0,564 |
| 8 | 1,6 | 2,897 | 2,782 | 0,853 | 2,911 | 2,298 | 0,649 |
| 9 | 1,8 | 3,259 | 3,129 | 0,959 | 3,275 | 2,585 | 0,725 |
| 10 | 2,0 | 3,621 | 3,477 | 1,066 | 3,639 | 2,873 | 0,806 |
| 11 | 2,2 | 3,983 | 3,825 | 1,773 | 4,003 | 3,160 | 0,886 |
| 12 | 2,4 | 4,345 | 4,172 | 1,230 | 4,367 | 3,447 | 0,967 |
| 13 | 2,6 | 4,707 | 4,520 | 1,386 | 4,730 | 3,735 | 1,048 |
| 14 | 2,8 | 5,069 | 4,868 | 1,492 | 5,094 | 4,022 | 1,128 |
| 15 | 3,0 | 5,432 | 5,216 | 1,599 | 5,459 | 4,310 | 1,210 |
| 16 | 3,2 | 5,794 | 5,563 | 1,706 | 5,822 | 4,597 | 1,290 |
| 17 | 3,4 | 6,156 | 5,911 | 1,812 | 6,186 | 4,884 | 1,370 |
| 18 | 3,6 | 6,518 | 6,259 | 1,919 | 6,550 | 5,171 | 1,451 |
| 19 | 3,8 | 6,880 | 6,606 | 2,025 | 6,914 | 5,459 | 1,531 |
| 20 | 4,0 | 7,242 | 6,954 | 2,132 | 7,278 | 5,746 | 1,612 |
| 21 | 4,2 | 7,604 | 7,302 | 2,239 | 7,642 | 6,033 | 1,693 |
| 22 | 4,4 | 7,966 | 7,650 | 2,345 | 8,006 | 6,321 | 1,773 |
| 23 | 4,6 | 8,328 | 7,997 | 2,452 | 8,370 | 6,608 | 1,854 |
| 24 | 4,8 | 8,690 | 8,345 | 2,558 | 8,734 | 6,895 | 1,934 |
| 25 | 5,0 | 9,053 | 8,692 | 2,665 | 9,097 | 7,183 | 2,015 |
| 30 | 6 | 10,863 | 10,431 | 3,198 | 10,917 | 8,619 | 2,418 |
| 40 | 8 | 14,484 | 13,908 | 4,264 | 14,556 | 11,492 | 3,224 |
| 50 | 10 | 18,105 | 17,385 | 5,330 | 18,195 | 14,365 | 4,030 |
| 60 | 12 | 21,726 | 20,862 | 6,396 | 21,834 | 17,238 | 4,836 |

**Anmerkung.** Soll das Profil zwei Fußbänke erhalten, ſo bleiben alle hier beſtimmte Abmeſſungen unverändert, ausgenommen daß von der hier angegebenen Höhe und Breite der Fußbank die Hälfte genommen wird, um die Höhe und Breite einer jeden von den beiden Fußbänken zu finden.

# Tafel VIII.

Zur Beſtimmung der Profile bei Futtermauern mit Strebepfeilern, wenn die Mauer der Erſchütterung von Wagen u. d. gl. ausgeſetzt iſt.

| Höhe der Futtermauer | Die Ausladung der Vorderböſchung iſt: ſenkrecht: Der Futtermauer Oberbreite | Unterbreite | Lichte Entfernung der Strebepfeiler | $\frac{1}{24}$ der Höhe: Der Futtermauer Oberbreite | Unterbreite | Lichte Entfernung der Strebepfeiler | Der Strebepfeiler Länge | Dicke |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß |
| 6 | 1,841 | 1,841 | 6 | 1,597 | 1,847 | 6 | 1,50 | 1,2 |
| 7 | 2,148 | 2,143 | 7 | 1,063 | 2,154 | 7 | 1,75 | 1,4 |
| 8 | 2,455 | 2,455 | 8 | 2,129 | 2,462 | 8 | 2,00 | 1,6 |
| 9 | 2,762 | 2,762 | 9 | 2,395 | 2,770 | 9 | 2,25 | 1,8 |
| 10 | 3,069 | 3,069 | 10 | 2,661 | 3,078 | 10 | 2,50 | 2,0 |
| 11 | 3,376 | 3,376 | 11 | 2,927 | 3,385 | 11 | 2,75 | 2,2 |
| 12 | 3,683 | 3,683 | 12 | 3,193 | 3,693 | 12 | 3,00 | 2,4 |
| 13 | 3,990 | 3,990 | 13 | 3,459 | 4,001 | 13 | 3,25 | 2,6 |
| 14 | 4,297 | 4,297 | 14 | 3,725 | 4,309 | 14 | 3,50 | 2,8 |
| 15 | 4,604 | 4,604 | 15 | 3,992 | 4,616 | 15 | 3,75 | 3,0 |
| 16 | 4,910 | 4,910 | 16 | 4,258 | 4,924 | 16 | 4,00 | 3,2 |
| 17 | 5,217 | 5,217 | 17 | 4,524 | 5,232 | 17 | 4,25 | 3,4 |
| 18 | 5,524 | 5,524 | 18 | 4,790 | 5,540 | 18 | 4,50 | 3,6 |
| 19 | 5,831 | 5,831 | 19 | 5,056 | 5,847 | 19 | 4,75 | 3,8 |
| 20 | 6,138 | 6,138 | 20 | 5,322 | 6,155 | 20 | 5,00 | 4,0 |
| 21 | 6,445 | 6,445 | 21 | 5·588 | 6,463 | 21 | 5,25 | 4,2 |
| 22 | 6,752 | 6,752 | 22 | 5,854 | 6,771 | 22 | 5,50 | 4,4 |
| 23 | 7,059 | 7,059 | 23 | 6,120 | 7,079 | 23 | 5,75 | 4,6 |
| 24 | 7,366 | 7,366 | 24 | 6,386 | 7,336 | 24 | 6,00 | 4,8 |
| 25 | 7,672 | 7,672 | 25 | 6,652 | 7,736 | 25 | 6,25 | 5,0 |
| 30 | 9,207 | 9,207 | 30 | 7,983 | 9,233 | 30 | 7,50 | 6,0 |
| 40 | 12,276 | 12,276 | 40 | 10,644 | 12,310 | 40 | 10,00 | 8,0 |
| 50 | 15,345 | 15,345 | 50 | 13,305 | 15,388 | 50 | 12,50 | 10,0 |
| 60 | 18,414 | 18,414 | 60 | 15,966 | 18,466 | 60 | 15,00 | 12,0 |

Fortſetzung

# Fortſetzung der achten Tafel.

| Höhe der Futtermauer | Die Ausladung der Vorderböſchung iſt: $\frac{1}{11}$ der Höhe | | | $\frac{1}{12}$ der Höhe | | | Der Strebepfeiler | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Der Futtermauer | | Lichte Entfernung der Strebepfeiler | Der Futtermauer | | Lichte Entfernung der Strebepfeiler | Länge | Dicke |
| | Oberbreite | Unterbreite | | Oberbreite | Unterbreite | | | |
| Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß | Fuß |
| 6 | 1,517 | 1,850 | 6 | 1,361 | 1,861 | 6 | 1,50 | 1,2 |
| 7 | 1,770 | 2,158 | 7 | 1,588 | 2,171 | 7 | 1,75 | 1,4 |
| 8 | 2,022 | 2,467 | 8 | 1,814 | 2,481 | 8 | 2,00 | 1,6 |
| 9 | 2,275 | 2,775 | 9 | 2,041 | 2,791 | 9 | 2,25 | 1,8 |
| 10 | 2,528 | 3,084 | 10 | 2·268 | 3,101 | 10 | 2,50 | 2,0 |
| 11 | 2,178 | 3,392 | 11 | 2,495 | 3,411 | 11 | 2,75 | 2,2 |
| 12 | 3,034 | 3,700 | 12 | 2,722 | 3,722 | 12 | 3,00 | 2,4 |
| 13 | 3,286 | 4,009 | 13 | 2,948 | 4,032 | 13 | 3·25 | 2,6 |
| 14 | 3,539 | 4,317 | 14 | 3,175 | 4,342 | 14 | 3,50 | 2,8 |
| 15 | 3,792 | 4,625 | 15 | 3,402 | 4,652 | 15 | 3,75 | 3,0 |
| 16 | 4,045 | 4,934 | 16 | 3,629 | 4,962 | 16 | 4,00 | 3,2 |
| 17 | 4,298 | 5,242 | 17 | 3,856 | 5,272 | 17 | 4,25 | 3,4 |
| 18 | 4,550 | 5,550 | 18 | 4,082 | 5,582 | 18 | 4,50 | 3,6 |
| 19 | 4,803 | 5 859 | 19 | 4,309 | 5,893 | 19 | 4,75 | 3,8 |
| 20 | 5,056 | 6,167 | 20 | 4,536 | 6,203 | 20 | 5,00 | 4,0 |
| 21 | 5,309 | 6,467 | 21 | 4 763 | 6,513 | 21 | 5,25 | 4,2 |
| 22 | 5,562 | 6,784 | 22 | 4,990 | 6,823 | 22 | 5,50 | 4,4 |
| 23 | 5,814 | 7,092 | 23 | 5,216 | 7,133 | 23 | 5,75 | 4,6 |
| 24 | 6,067 | 7,401 | 24 | 5,443 | 7,443 | 24 | 6,00 | 4,8 |
| 25 | 6,320 | 7,709 | 25 | 5·670 | 7,753 | 25 | 6,25 | 5,0 |
| 30 | 7,584 | 9,250 | 30 | 6,804 | 9,304 | 30 | 7·50 | 6,0 |
| 40 | 10,112 | 12,334 | 40 | 9,072 | 12,405 | 40 | 10,00 | 8,0 |
| 50 | 12,640 | 15,417 | 50 | 11,304 | 15,506 | 50 | 12,50 | 10,0 |
| 60 | 15,168 | 18,501 | 60 | 13,608 | 18,608 | 60 | 15·00 | 12,0 |

Eine Vergleichung dieſer Angaben mit mehrern ausgeführten Futtermauern, welche dem Erddruck hinlänglichen Widerſtand geleiſtet haben, wird zeigen daß die hier gegebene Abmeſſungen auch der Erfahrung gemäß zureichend ſind. Uebrigens findet man im dritten Bande der theoretiſch-practiſchen Waſſerbaukunſt vom Hrn. Hof-Rath **Wiebeking** Seite 246. u. f. mehrere Abmeſſungen ausgeführter Futtermauern angegeben.



§. 139

§. 139.

Die Unterſuchung des Bodens worauf eine Futtermauer gegründet werden ſoll, bleibt einer der wichtigſten Umſtände, weil hiebei das geringſte Verſehen die nachtheiligſten Folgen für den Bau ſelbſt oder für die Baukaſſe nach ſich zieht. Da die Futtermauern in der Regel nahe am Waſſer angelegt werden und größtentheils mit ihrem Fundament unter dem Waſſerſpiegel erbaut werden müſſen, ſo erfordert dieſes, daß die Bauſtelle durch einen Fangdamm eingeſchloſſen wird, um die Mauer trocken bis über den Waſſerſpiegel auszuführen. Der Fangdamm wird nach den im dritten Abſchnitte des erſten Hefts gegebenen Regeln angelegt und es iſt vortheilhaft für das gleichförmige Setzen des Mauerwerks, wenn man denſelben in der ganzen Länge der aufzuführenden Mauer anlegen kann, weil alsdann nicht zu befürchten iſt, ſo bald nur die Mauer durchgängig in gleicher Höhe allmählig höher erbaut wird, daß ſich einzelne Theile derſelben ungleich ſetzen, da im Gegentheil wenn der Fangdamm nicht in der ganzen Länge der anzulegenden Mauer ausgeführt wird, das zuerſt erbaute Mauerſtück ſich ſchon geſetzt hat und daher mit dem noch aufzuführenden Theil in keinen guten Verband gebracht wird, wodurch wegen des ungleichförmigen Setzens der Mauer, leicht Riſſe entſtehen. Dagegen ſind die Koſten wegen der mehrern Materialien bei einem langen Fangdamm bedeutend, wozu noch kommt daß das Grundwaſſer bei einer großen Ausdehnung des Baues, weit ſchwieriger weg zu ſchaffen iſt, als wenn man den Bau in mehrere kürzere Abſchnitte eintheilt, jeden abgeſonderten Theil mit einem Fangdamm umgiebt und das dahinter befindliche Waſſer ausſchöpft. Sind die Umſtände nicht zu nachtheilig, ſo iſt allemal anzurathen den Fangdamm mit einem male in der ganzen Länge der aufzuführenden Futtermauer anzulegen, da ſchon in dieſem Fall alle Sorgfalt auf die tüchtige Gründung der Mauer verwandt werden muß; noch mehr Vorſicht wird aber erfordert wenn eine Mauer nur ſtückweiſe aufgeführt werden kann, weil alsdann jedes Setzen derſelben um ſo nachtheiliger wird.

Den Grund auf welchen man Futtermauern erbauen will, kann man theils durch Erdbohrer, aber noch beſſer nach vollendetem Fangdamm, durch unmittelbares Ausgraben unterſuchen. Vorausgeſetzt daß ſich die Bauſtelle in der Nähe des Waſſers befindet, ſo kann man bei Felſen und ſehr grobem Kies, das Fundament der Mauer unmittelbar darauf legen, wenn man überzeugt iſt, daß ſich unter dem Kies keine weichere Erdarten befinden. Sollte von dem nahen Stro-

Strome ein Unterſpülen des Fundaments zu befürchten ſeyn, ſo muß ſolches nicht nur tief genug gelegt, ſondern auch um daſſelbe eine Spundwand zur möglichen Verhütung der Unterſpülung angebracht werden. Beſteht der durchnäßte Boden aus Sand, feſtem Lehm oder ſonſt einer derben feſten Erdart, ſo iſt doch in den meiſten Fällen, wegen des ungleichförmigen Setzens des Mauerwerks, welches von der durch das Waſſer ungleich durchweichten Erde entſtehen kann, und wenn es zu koſtbar wird das Fundament auf eine zu große Tiefe bis auf einen feſteren Boden herunter zu ſetzen, eine platte hölzerne Unterlage, oder ein **liegender Roſt, Schwellroſt,** zur Aufführung der Mauer erforderlich. Daß dieſer Roſt ſo tief liegen muß, daß er nach weggebrochenem Fangdamme zu allen Zeiten noch wenigſtens einen Fuß unter dem kleinſten Waſſerſpiegel liege, iſt eine unnachläßliche Bedingung, weil ſonſt das Holz der Verweſung ausgeſetzt iſt. Der Moor- oder Torfgrund, eine ſchlüpfrige vom Waſſer ſehr leicht zu erweichende Thon- oder Mergelerde, erfordern zur Gründung einer Futtermauer einen **Pfahlroſt** (Pilotage) und vor dieſem ſowol als vor dem liegenden Roſte iſt eine Spundwand nöthig, wenn man das Unterſpülen des Grundes der Mauer, vom nahen Waſſer befürchtet.

Bei der Anordnung eines Pfahlroſtes ſind alsdann vorzüglich ſehr ſtarke Grundpfähle zu wählen, wenn der Grund ſehr locker iſt und zu befürchten ſteht, daß durch den Seitendruck der Erde, die Grundpfähle im weichen Boden gebogen werden könnten.

§. 140.

Tafel XXXII. Fig. 44.

Ein **liegender Roſt** beſtehet aus Langſchwellen AB Fig. 44. welche auf Querſchwellen CD geſtrekt und mit einer Bebohlung EFGH verſehen werden, auf welche das Mauerwerk kommt. Nach der verſchiedenen Breite der Futtermauer müſſen mehrere Langſchwellen parallel neben einander gelegt werden und die größte Entfernung welche ſie unter einander von Mittel zu Mittel erhalten, wird nicht leicht über 5 Fuß groß angenommen. Nach Verhältniß ihrer Stärke mit Bezug auf die Feſtigkeit des Grundes und die Höhe der Mauer, wird dieſe Weite noch geringer, jedoch nie unter 3 Fuß. Ebendaſſelbe gilt auch von den Querſchwellen, ob man gleich ſolche 6 bis 12 Zoll weiter als die Langſchwellen von einander legen kann. Die Stärke der Schwellen wird nicht unter 9 Zoll angenommen, bei einer ſtarken Belaſtung auf einem leichten Boden kann aber ihre Dicke bis zu 12 Zoll wachſen.

Die Langſchwellen erfordern die größte Aufmerkſamkeit, weil ſie vorzüglich die gleichförmige Vertheilung der Laſt bewirken müſſen, weshalb zu denſelben das beſte Holz ausgewählt werden muß. Es iſt auf keinen Fall anzurathen, ſie durch Einſchnitte zur beſſern Verbindung mit den Querſchwellen zu ſchwächen; auch wird erfordert, wenn, wegen der zu großen Länge des Roſtes, mehrere an einander geſtoßen werden müſſen, jedesmal dafür zu ſorgen, daß der Stoß auf die Mitte einer Querſchwelle, wie bei K falle. Eben ſo wenig darf auf einerlei Querſchwelle mehr als ein Stoß von den Langſchwellen fallen und
Tafel XXXII. Fig. 45. man hat darauf zu halten, daß ſämmtliche Stöße möglichſt gleich weit von einander ab kommen. Wäre Aa Figur 45. die Länge einer jeden Langſchwelle von den vier Reihen A, B, C, D; ſo könnten die Stoßpunkte bei a, b, c, d, u. ſ. w. angeordnet werden.

Die Querſchwellen macht man ſo lang daß ſie noch einige Fuß auf jeder Seite der äußerſten Langſchwellen vorſtehen; nur bei einer Spundwand leidet dies eine Ausnahme. Zum Lager für die Langſchwellen erhalten die Querſchwellen $2\frac{1}{2}$ Zoll tiefe Einſchnitte, damit die Langſchwelle ungeſchwächt eingelaſſen werden kann. Tiefere Einſchnitte würden die Schwellen ſchwächen.

Der Belag oder die Bebohlung wird aus drei bis vier Zoll ſtarken Bohlen, nach Verhältniß der Entfernung der Langſchwellen und der Größe der Belaſtung verfertigt, welche über die äußerſten Kanten der äußern Langſchwellen einen bis 2 Zoll überſtehen, wenn keine Spundwand vor dem Roſt eingerammt iſt. Dieſe Bohlen dürfen nicht geſpundet, ſondern nur gefugt werden. Beim Legen des Roſtes wird der Boden nach der Wage geebnet und hierauf werden die Querſchwellen nach der Schnur in der feſtgeſetzten Entfernung von einander geſtreckt. So bald man ſich alsdann nochmals überzeugt hat, daß ſämmtliche Querſchwellen in der Wage liegen, werden die Langſchwellen eingelaſſen, an den Stößen derſelben eiſerne Klammern eingeſchlagen und der ledige Raum zwiſchen den übereinander liegenden Schwellen mit Mauerſchutt und kleinen Steinen ſo weit ausgeſchlagen, bis die Ausfüllung mit der oberſten Fläche der Langſchwellen bündig iſt, oder in einerlei Ebene fällt. Hierauf werden die Belagsbohlen auf die Langſchwellen neben einander gelegt, zuſammen getrieben, angebohrt und mit hölzernen Nägeln an die Schwellen genagelt.

## §. 141.

Wird vor dem liegenden Roſte eine Spundwand gegen die Unterſpülung des

des Waſſers erfordert, ſo hängt die Stärke der Spundpfähle theils von ihrer Länge, theils von der Feſtigkeit des Grundes ab. In den meiſten Fällen ſind 3 bis 5 Zoll ſtarke Spundbohlen mit dem Gradſpund (§. 111. Figur 15.) hinreichend. So bald die Bauſtelle ſo weit aufgegraben iſt, als ſolches die Anlegung des Roſtes erfordert, ſo werden zuerſt die Spundpfähle in der nöthigen Richtung und Tiefe eingerammt, die Köpfe nach der Wage abgeſtämmt, Zapfen angeſchnitten und ein Holm darauf geſetzt. Das wagerechte Abſtämmen kann mit der Axt, beſſer aber mit der Säge geſchehen und man kann um die wagerechte Linie an den Pfählen recht genau zu haben, die Waſſerſchöpfmaſchinen ſtill ſtehen und das Grundwaſſer ſo weit aufgehen laſſen als erfordert wird, und hierauf ſogleich an den äußerſten und einigen mittlern Stellen der Spundpfähle den Waſſerſpiegel bemerken. So bald der aus ſtarkem Holz verfertigte Holm auf die Spundpfähle befeſtigt iſt, wird der liegende Roſt ſo geſtreckt, daß er zwar die Spundwand berührt, jedoch in keinem Fall auf dem Holm derſelben ruhen oder aufſitzen darf, weil ſonſt ein ungleichförmiges Senken der Futtermauer zu befürchten wäre. Die Konſtruction des liegenden Roſtes bleibt dieſelbe, wie im vorigen §., nur daß die Querſchwellen nach der Waſſerſeite nicht ſo weit vorſtehen können, weshalb die vorderſte Langſchwelle nicht mit ihrer ganzen Stärke in die Querſchwelle eingelaſſen werden kann, weil ſonſt das vorderſte Hirnholz der Querſchwelle abſpringt. Man muß daher die vorderſte Langſchwelle mit einem Schwalbenſchwanz aufkämmen; damit aber die Feſtigkeit des Roſtes nicht leide, ſo müſſen die ſtärkſten Schwellen als vorderſte Langſchwellen ausgeſucht werden. Die bearbeitete Querſchwelle iſt Figur 46. vorgeſtellt und Figur 47. enthält den liegenden Roſt mit der davor befindlichen Spundwand. Die Dicke des Zapfens an den Spundpfählen muß wenigſtens 2 Zoll nnd ſeine Höhe 4 bis 5 Zoll betragen. Es wird zwar erfordert, daß die äußerſte Seite AB des Holms mit der äußerſten Seite BC der Spundpfähle in einerlei Fläche falle, damit der Holm nicht leicht durch eine äußere Urſache aufgehoben werden kann, welches alsdann geſchehen könnte, wenn der Holm eingefroren iſt und ſich die Eisdecke beim Anwachſen des Waſſers zu heben anfängt. Allein wenn das Zapfenloch oder vielmehr die Nuthe des Holms nicht aufſpringen ſoll, ſo muß derſelbe bei B wenigſtens drei Zoll ſtark ſeyn und man kann, wenn die Spundpfähle zu ſchwach ſind, denſelben bei B abfaſen. Bei einer anſehnlichen Dicke des Holms und bei dünnen Spundpfählen, wird derſelbe gegen den Roſt ganz ohne Unterſtützung bleiben, weshalb alle 12 bis 15 Fuß ein

Tafel XXXII. Fig. 46.

Fig. 47.

kur=

Fig. 48. kurzer Spitzpfahl D Figur 48. dicht hinter der Spundwand eingerammt werden kann, welcher alsdann mit einem Blatte verſehen oder ſo weit ausgeſchnitten wird, um den Holm darauf einzulaſſen.

Zur Befeſtigung des Holms auf die Spundpfähle kann zwar durch den Holm auf jeden vierten Spundpfahl ein hölzerner Nagel geſchlagen werden, welcher zugleich durch den Zapfen des Pfahls geht. Hiedurch wird aber das ſchwache Holz des Holms noch mehr geſchwächt und es iſt beſſer wenn man das Abheben des Holms befürchten muß, auf jeden achten bis 12ten Spundpfahl, Fig. 49. eine dreiſpitzige Klammer Figur 49. ſo einzuſchlagen, wie Figur 50. näher nachweiſet.

Sollte in einem Boden welcher dem Unterſpühlen ſehr ausgeſetzt iſt, auch hinter dem Roſte der Futtermauer eine Spundwand nöthig ſeyn, ſo muß ſolche eben ſo tief als die vorderſte eingerammt werden.

## §. 142.

In denjenigen Fällen wo die Futtermauer nicht nach grader Richtung fortgeht, muß auch der liegende Roſt die Richtung ändern. Weil aber die Enden und Ecken der Futtermauern die meiſte Aufmerkſamkeit erfordern, ſo müſſen zu den Langſchwellen an den Ecken die längſten und ſtärkſten Hölzer genommen Fig. 51. werden. Die Verbindung des Roſtes an einer Ecke A Figur 51. kann nicht durch kurze Querſchwellen bewirkt werden, ſondern die Langſchwellen von beiden Seiten AB und AC durchkreuzen ſich dergeſtalt, daß wenn der zuerſt gelegte Roſt BA bis D mit Querſchwellen verſehen iſt, alsdann die Langſchwellen deſſelben, dem folgenden Roſt AC zu Querſchwellen dienen müſſen. Hiebei iſt zu bemerken, daß die Langſchwellen von der Fortſetzung AC des Roſtes, ungeſchwächt auf ihre Unterlager eingelaſſen werden, wogegen die Langſchwellen des Roſtes AB einen zwei Zoll tiefen Einſchnitt zum Lager der Schwellen AC erhalten.

Es iſt leicht einzuſehen daß die Bebohlung bei EF einen 8 bis 9 Zoll hohen Abſatz erhält, dieſer iſt aber für den Bau ſelbſt ohne Nachtheil, weil die wechſelſeitige Verbindung kein einzelnes Setzen zuläßt. Nur muß darauf bei der Legung des Roſtes BA Rückſicht genommen werden, daß der Roſt AC etwa 8 bis 9 Zoll höher kommt, damit ſolcher noch wenigſtens einen Fuß unter dem kleinſten Waſſerſpiegel liegen bleibe.

## §. 143.

Es gibt noch verſchiedene Arten wie man die liegenden Roſte konſtruiren

kann; bei allen iſt aber als ein weſentliches Erforderniß anzunehmen, daß die Langſchwellen möglichſt ungeſchwächt bleiben müſſen. Der liegende Roſt vom Quai Bonaparte in Paris Figur 52 im Durchſchnitt und Grundriß, bei welchem die Querſchwellen auf die beiden äußerſten Langſchwellen mit Schwalbenſchwänzen eingelaſſen ſind, die übrigen Langſchwellen aber auf den Querſchwellen liegen, vereinigt noch den Vortheil, daß der Bohlenbelag nach der Länge geht und dadurch die Laſt nach der Länge noch beſſer vertheilt wird; dagegen hat derſelbe den Nachtheil, daß die Langſchwellen durch die Einſchnitte mehr geſchwächt werden, als durch die Bebohlung wieder gut gemacht werden kann. Tafel XXXII. Fig. 52.

In allen Fällen wenn die Bohlen nach der Länge des Roſtes gelegt werden, iſt darauf zu halten daß die Stöße der Bohlen nicht auf einerlei Querſchwelle zuſammen treffen, ſondern wie Figur 52 abwechſeln. Fig. 52.

§. 144.

In denjenigen Fällen wo der liegende Roſt nicht zureicht und ein Pfahlroſt gewählt werden muß, kommt es darauf an, daß die eingerammten Pfähle welche die Futtermauer tragen müſſen hinlänglich ſtark ſind und in der Erde eine ſolche Feſtigkeit erreicht haben, daß ſie durch die aufgeſetzte Laſt nicht tiefer eindringen. Dieſes tiefere Eindringen verhindert vorzüglich die Erde welche den Pfahl umgiebt, und ſo lange als die aufgeſetzte Laſt nicht größer iſt als der Widerſtand welchen die Erde dem Eindringen des Pfahls entgegen ſetzt, iſt man gegen das Sinken des Baues auf einem Pfahlroſte geſichert. Je tiefer ein Pfahl unter übrigens gleichen Umſtänden in der Erde ſteckt, deſto mehr Laſt iſt er im Stande zu tragen, ohne tiefer zu ſinken, und es folgt hieraus daß nach Verhältniß der größern Belaſtung, auch die Pfähle tiefer eingerammt werden müſſen. Am beſten läßt ſich beurtheilen wie viel Laſt ein Pfahl zu tragen im Stande iſt, wenn man weiß wie tief derſelbe auf die letzte Hitze von etwa 20 Schlägen noch eingedrungen iſt. Wäre z. B. ein 8 Centner ſchwerer Pfahl durch einen 10 Centner ſchweren Rammklotz, bei der letzten Hitze noch um 5 Zoll tief eingedrungen, ſo würde man dieſen Pfahl mit aller Sicherheit mit einer Laſt von 350 Centner belaſten können. So ſehr es nun überhaupt erfordert wird, daß die Spitzpfähle tüchtig eingerammt werden und mehrere Feſtigkeit nicht ſo ſchädlich iſt, als der Mangel derſelben, ſo läßt ſich doch einſehen daß eine offenbare Verſchwendung der Baukoſten entſtehen würde, wenn man den Pfählen bei einer geringen Belaſtung eben die Feſtigkeit in der Erde geben wollte, welche eine vielfach grö=

größere erfordert. Es iſt daher am Ende dieſes Heftes in der dritten Abhandlung des Anhangs, eine Tafel beigefügt, mit deren Hülfe man aus dem Eindringen des Pfahls bei der letzten Hitze, auf die Belaſtung deſſelben ſchließen kann, ſo wie auch, wenn die Belaſtung gegeben iſt, ſich daraus beſtimmen läßt, wie tief der Pfahl bei der letzten Hitze wenigſtens eindringen müſſe, wenn er hinlänglich feſt ſtehen ſoll.

So bald der Grund auf der Bauſtelle bis zur Höhe des anzulegenden Roſtes ausgegraben iſt, werden wenn keine Spundwand vorgerammt wird, mehrere Tafel XXXII. Fig. 53. Reihen Spitzpfähle bis zur gehörigen Feſtigkeit ſo eingerammt, daß die Abſtände der Reihen, AC = CE = EG Figur 53. zwiſchen 3 und höchſtens 4 Fuß, und die Abſtände der Pfähle unter einander, wie AK, zwiſchen 3 und 5 Fuß von Mittel zu Mittel fallen. Die Breite AG = HB wird durch die Unterbreite der Futtermauer beſtimmt, ſo wie man auch in einem lockern Boden und bei einer ſtarken Belaſtung die Pfähle näher an einander einrammt. Dieſe Pfähle werden nicht beſchlagen, ſondern bleiben rund und es iſt hinreichend, wenn ſie von der Rinde und andern Hervorragungen befreit werden. Mit Hülfe der Setzwage oder des Grundwaſſers können die Pfahlköpfe in der Wage abgeſchnitten werden; alsdann ſchnürt man nach der Länge der Futtermauer die Zapfen an den Spitzpfähle 2 Zoll ſtark ab und läßt ſolche durchgängig 3 Zoll hoch und 5 Fig. 54. Zoll breit ausarbeiten; Figur 54. Auf dieſe Pfähle werden mindeſtens 10 Zoll hohe **Holme** oder **Langſchwellen** *(Chapeaux)* aufgezapft, deren Stöße jedes-Fig. 45. mal auf die Mitte eines Pfahls fallen und ſo wie Figur 45 unter einander vertheilt werden müſſen. Ueber die Langſchwellen kommen in Entfernungen von 3 bis 5 Fuß, von Mittel zu Mittel, Zangen oder **Querſchwellen**, *(Racinaux)* welche auf die Langſchwellen eingekämmt werden.

Damit die Zapfenlöcher des Holms genau auf die Zapfen der Spitzpfähle treffen, wird der durchgängig gleich hoch bearbeitete Holm neben die Zapfen der Pfähle gelegt, auf welchen er befeſtigt werden ſoll. Mit Hülfe des Winkeleiſens wird alsdann die Länge des Zapfenlochs auf dem Holm bezeichnet und in der Mitte deſſelben genau 2 Zoll weit und 3 Zoll tief ausgeſtemmt. So bald ſämmtliche Holme aufgeſetzt ſind, welche nicht wie bei den Bollwerkspfählen genagelt werden dürfen, legt man die Zangen quer über dieſelben, um an den Holmen die Kämme und an den Zangen die Einſchnitte zu den Kämmen zu zeichnen. Liegt nemlich die Zange in ihrer gehörigen Lage auf den Holmen, ſo wird mit einem Röthel auf der Oberfläche der Holme ſo weit eine Linie gezogen, als die

die unterſte Kante der Zangen auf die Holme fällt und eben ſo werden auf der untern Fläche der Zangen da Linien gezogen, wo die Oberkanten der Holme mit der Grundfläche der Zangen zuſammen fallen. Alsdann wird die Zange umgekantet und ihre Grundfläche nach oben gekehrt, ſo daß man auf den Holmen die Linien AA, BB Figur 55. und auf den Zangen die Linien CC, DD erhält. Tafel XXXII. Fig. 55. Aus der Mitte dieſer Linien werden rechts und links drei Zoll abgeſetzt, ſo daß die Breite des Kamms EE und die Breite des Einſchnitts FF ſechs Zoll wird. Der Kamm in dem Holm erhält drei Zoll Höhe und eben ſo tief wird der Einſchnitt in der Zange ausgearbeitet. Sind die Zangen aufgebracht, ſo wird der Raum zwiſchen den Holmen mit Mauerſchutt und kleinen Steinen ſo hoch aufgefüllt und eingeſtampft bis ſolcher gleich hoch mit der Oberfläche der Holme liegt; alsdann werden zwiſchen den Zangen Bohlen auf die Holme mit hölzernen Nägeln befeſtigt. Der zum Theil fertige Pfahlroſt iſt Figur 56 in der obern Fig. 56. Anſicht und Figur 57 und 58 von der Seite abgebildet, ſo daß Figur 57 einen Fig. 57. 58. Durchſchnitt durch eine Zange und Figur 58 einen Durchſchnitt zwiſchen zwei Zangen vorſtellt.

Bei dieſem Roſte ragen die Zangen über die Bohlen etwa drei bis 4 Zoll hervor, welches aber für die aufzuführende Mauer ohne Nachtheil iſt. Man könnte dieſe Unebenheit zwar dadurch vermeiden, daß die Zangen in der ganzen Stärke des Holms, einen 3 bis 4 Zoll tiefern Einſchnitt erhielten, hiedurch würden aber die Zangen zu ſehr geſchwächt werden.

Sollte die Futtermauer ihre Richtung ändern und eine Ecke bilden, ſo gilt in Abſicht der Holme eben das, was wegen der Langſchwellen beim liegenden Roſte §. 142, Figur 51 bemerkt worden iſt. Fig. 51.

## §. 145.

Die Grundpfähle bei dem Pfahlroſte müſſen ſo feſt eingeſchlagen werden, daß ſie durch die aufzubringende Belaſtung nicht im geringſten tiefer eingedrückt werden dürfen, daher kann auch in dem Falle, daß eine **Spundwand** wegen der Ausſpülung des Grundes vor dem Roſte angelegt werden muß, dieſe mit dem Roſt ohne Nachtheil verbunden werden, welches bei dem liegenden Roſte nicht zuläſſig war. Es müſſen aber alsdann die Spundpfähle, weil ſie zum Tragen der Laſt beſtimmt ſind, wenigſtens vier bis ſechs Zoll dick ſeyn. An der Stelle wo nach dem vorigen §. die erſte Reihe Spitzpfähle eingerammt werden ſollten, kommt nun die Spundwand und wird eben ſo wie die übrigen Pfähle und in glei-

gleicher Höhe mit denſelben verholmt, wobei man aber zu dem Holme der Spundpfähle das beſte Holz ausſuchen muß. Weil aber die Zangen nicht weiter als bis über die Spundwand vortreten dürfen, ſo werden ſie zwar auf die übrigen
Tafel XXXII. Holme aufgekämmt, auf den Holm der Spundwand aber mit einem Schwalbenſchwanz
Fig. 59. drei Zoll tief eingelaſſen Figur 59. Zwiſchen den Zangen wird alsdann der Bohlenbelag mit hölzernen Nägeln auf die Holme befeſtiget. Zweierlei Durchſchnitte
Fig. 60. eines Pfahlroſtes mit einer Spundwand unter demſelben, enthält Figur 60, wo AA der Durchſchnitt zwiſchen zwei Zangen und BB der Durchſchnitt durch die
Fig. 61. Mitte einer Zange iſt, ſo wie Figur 61 die Vorderanſicht des Pfahlroſtes darſtellt.

Sind die Spundbohlen zu ſchwach als daß ſolche eine Reihe Spitzpfähle unter den Langſchwellen erſetzen könnten, ſo muß die Spundwand unmittelbar vor die äußerſte Roſtſchwelle kommen. Vor derſelben wird alsdann ein Riegel
Fig. 62. mit eiſernen Bolzen an die Holme der Grundpfähle befeſtigt, wie Figur 62.

## §. 146.

Nicht leicht werden Futtermauern durchgängig von Werkſtücken oder Quadern aufgeführt, man bedient ſich derſelben gewöhnlich nur die Vorderſeite der Mauer damit einzufaſſen oder zu bekleiden, und nur zuweilen wird die Hinterſeite derſelben, welche gegen die Füllerde gekehrt iſt, ebenfalls mit Quadern eingefaßt. Der innere Raum hinter der Bekleidung wird entweder mit Bruchſteinen, Ziegeln oder auch wohl zum Theil mit Feldſteinen ausgemauert.

Die Werkſteinbekleidung muß mit dem übrigen Mauerwerke genau verbunden werden. Dies kann aber nur dann geſchehen, wenn einzelne Steine derſelben tiefer in das Mauerwerk eingreifen als die übrigen. Ein ſolcher tiefer eingreifende Stein, heißt ein **Binder** oder **Strecker**, auch wohl ein **Ankerſtein**, (Diatonus. *Boutiſſe*) ſo wie diejenigen Steine, welche nicht ſo tief in das Mauerwerk
Tafel XXXIII. reichen und mit ihrer größten Länge nach der Länge der Mauer gerichtet ſind,
Fig. 63. **Läufer** oder auch **Füllquader** (*Carreau*) heißen. So ſind B, B, Figur 63 die Binder und A, A, die Läufer. Die Steine welche in einerlei horizontaler Lage oder **Schicht** (Corium. *Aſſise*) neben einander liegen, erhalten gleiche Höhe, gewöhnlich einen bis zwei Fuß, ob es gleich nicht nothwendig iſt, daß alle Lagen gleich hoch ſind. Die **Fugen** oder Zwiſchenräume zweier aneinander ſtoßender Steine, ſind **Lagerfugen** oder **Standfugen** (*Joints de lit*) wenn ſie wagerecht ſind, und **Stoßfugen** (*Joints montans*) wenn ſie vertikal ſtehen.

Bei einem Läufer iſt CD die Länge, CF die Breite und CE die Höhe, ſo

ſo wie bei einem Binder DG die Länge, DH die Breite und GK die Höhe genannt wird. Als Regel kann man annehmen daß die Breite eines Läufers wenigſtens einen Fuß betragen und daß die Länge des Binders wenigſtens $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß die Breite der anliegenden Läufer übertreffen müſſe, wenn man eine gute Verbindung der Werkſtücke mit der Hintermauerung erhalten will. Diejenige Fläche des Steins, welche ſichtbar bleibt wenn der Stein in die Mauer verſetzt iſt, heißt die Licht- oder Stirnfläche *(Parement)*.

Der **Verband** *(Liaiſon)* oder die Ordnung nach welcher die Läufer und Binder der Steinlagen abwechſeln, fällt nach dem Grade der Feſtigkeit welchen man dem Mauerwerke geben will und mit Bezug auf die zu verwendenden Koſten ſehr verſchieden aus. Der vorzüglichſte und dauerhafteſte Werkſtückverband wird erhalten, wenn mit jedem Binder nur **ein Läufer** in allen Lagen abwechſelt, wie Figur 64, wo die Binder wie in allen folgenden Figuren durch eine ſchwärzere Farbe angedeutet ſind. Bei dieſem Verbande wird jedesmal in der folgenden Lage der Binder auf die Mitte des darunter liegenden Läufers geſetzt, wie die Figur näher nachweiſet. Haben alle Lagen gleiche Höhe von 2 Fuß, ſo kann jeder Binder 18 Zoll breit und $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß lang, und jeder Läufer 12 bis 15 Zoll breit und $3\frac{1}{2}$ Fuß lang werden. Bei allen übrigen Anordnungen iſt darauf zu halten daß die Stoßfugen der untern Lage mit den der darauf folgenden, nicht zu nahe zuſammen treffen. Tafel XXXIII. Fig. 64.

Ein Verband mit **zwei Läufern** neben jedem Binder, Figur 65, erfordert daß die Binder wenigſtens zwei Fuß breit ſind, weil ſonſt die Stoßfuge der beiden Läufer, den Stoßfugen neben den Bindern zu nahe kommt. Wechſeln jedesmal **drei Läufer** mit einem Binder in allen Lagen ab, Figur 66 ſo kommen zwar die nächſten Stoßfugen weiter von einander, es entſteht aber auch, beſonders bei langen Läufern, weniger Verbindung mit dem übrigen Mauerwerke. Fig. 65. Fig. 66.

Zur Erſparung der Werkſtücke pflegt man auch mit den Lagen dergeſtalt abzuwechſeln, daß man nur wechſelsweiſe die Lagen mit Bindern verſieht und durchgängig, zwiſchen zwei eingebundenen Lagen, eine **Laufſchicht** anbringt, welche nur allein aus Läufern beſteht. Figur 67 und 68. Fig. 67. 68.

Bei den vorherigen Verbänden iſt vorausgeſetzt worden, daß ſämmtliche Läufer einerlei Breite haben. Es iſt aber weit vorzüglicher wenn man zur beſſern Verbindung mit dem übrigen Mauerwerk auch die Läufer von verſchiedener Breite dergeſtalt annimmt, daß wenn die Läufer einer Lage einen Fuß breit ſind, die der nächſten zwei Fuß Breite erhalten; ſo daß in Abſicht der

Breite der Läufer, jede folgende Lage mit der darunter befindlichen abwechſelt. Um aber bei dieſem Verbande einen zu großen Aufwand an Werkſtücken zu vermeiden, kann man diejenigen Lagen in welchen die Läufer zwei Fuß Breite
Tafel XXXIII. haben, niedriger machen als die Lagen deren Läufer einen Fuß breit ſind.
Fig. 69. Man erhält einen guten Verband, wenn Figur 69 die erſte oder unterſte Lage zwei Fuß hoch angenommen, jeder Binder 1½ Fuß breit, 3½ Fuß lang und jeder Läufer 3 Fuß lang und 1 Fuß breit wird. Die folgende oder zweite Lage (von unten) wird einen Fuß hoch, jeder Binder 3½ Fuß lang, 3 Fuß breit und jeder Läufer 4½ Fuß lang und 2 Fuß breit angenommen.

Ein mehr Stein erſparender Verband, welcher aber doch noch eine in vie-
Fig. 70. len Fällen brauchbare Verbindung gibt, iſt Figur 70 abgebildet. In der erſten oder hohen Lage können die Binder 1½ Fuß breit, 3½ Fuß lang, ſämmtliche Läufer aber 3 Fuß lang, 1 Fuß breit angenommen werden, wogegen in der darauf folgenden zweiten Lage, die Binder 3 Fuß Breite, 3½ Fuß Länge, die
Fig. 63. Läufer aber 3 und 4½ Fuß Länge und 2 Fuß Breite erhalten. Figur 63 enthält die Hinteranſicht dieſes Verbandes, wenn nichts weiter als die Werkſtücke ohne die Hintermaurung zu ſehen ſind.

Will man bei abwechſelnder Höhe der Lagen Laufſchichten anbringen, ſo geſchieht dies am beſten ſo, daß die niedrigen Lagen zu den Laufſchichten angenommen werden, und man gibt alsdann den Läufern der niedrigen Lagen einen
Fig. 71. 72. Fuß mehr Breite, als die Läufer der hohen Lagen erhalten. Figur 71 und 72 enthalten dieſe Verbindungen.

## §. 147.

Die Zuſammenfügung der Werkſtücke unter einander zu einem zuſammenhängenden Ganzen, wird zwar zum Theil durch den Mörtel bewirkt, man bedient ſich aber auch der eiſernen Klammern um die nebeneinander liegenden Steine noch mehr zu befeſtigen. Weil aber Werkſtücke welche gehörig mit Bindern abwechſeln und nach graden Linien fortlaufen, nicht leicht ausgedrängt werden können, ſo ſind in ſolchen Fällen die Klammern entbehrlich und es iſt zureichend, die nebeneinander liegenden Steine durch einen Einſchnitt noch mehr mit einander zu verbinden. Die einfachſte Verbindung wird dadurch erhalten, daß man dem Binder auf jeder Seite wo er mit dem Läufer zuſammen trifft, einen Einſchnitt von etwa einen Zoll tief gibt, ſo daß der Vordertheil des Binders ein
Fig. 73. ſchwalbenſchwanzförmiges Anſehen wie Figur 73. erhält. Die Läufer A, A erhal-

erhalten alsdann eine Vertiefung, in welche der Schwalbenſchwanz des Binders genau paßt, ſo daß hiedurch, die Eckverbindungen ausgenommen, die Klammern entbehrlich werden. Bei der Bearbeitung der Einſchnitte iſt darauf zu ſehen, daß alle ſcharfe oder ſpitzwinklichte Ecken vermieden werden, weil ſich dieſe leicht abſtoßen, daher auch wenn man genöthigt iſt einen mehr als einen Zoll tiefen Einſchnitt in den Binder zu machen, die Stoßfuge ſo bearbeitet werden muß, daß ſolche wenigſtens auf einen Zoll Breite, auf der äußern Fläche der Wand ſenkrecht ſteht. Man ſehe Figur 74. In **Belidor's** Architectura hydraulica (2. T. 1 B. 11 K. auf der 6. Taf. 5 Fig.) iſt eine ſchwalbenſchwanzförmige Stoßfuge wie Figur 75. angegeben, die aber deshalb nicht zu empfehlen iſt, weil ſich die ſcharfen Kanten der Steine leicht abſtoßen. Tafel XXXIII. Fig. 74. Fig. 75.

Die Stoßfuge zweier Läufer wird dadurch beſtimmt, daß aus der Mitte der Breite AB Figur 76. von C nach D ein Zoll abgeſetzt und dadurch die Fuge ADB erhalten wird. Man kann auch den Stoßfugen eine Verbindung wie bei E oder wie bei F mit einem bogenförmigen Hacken geben, welcher aber wenigſtens $1\frac{1}{2}$ Zoll vorſpringen muß. Fig. 76.

§. 148.

An den Ecken der Mauern und bei einzelnen Vorſprüngen iſt es nicht immer zureichend, durch Einſchnitte in den nebeneinander liegenden Steinen eine ſolche Verbindung hervor zu bringen, daß nicht bei einer großen äußern Gewalt eine Verrückung der Lagen an den Vorſprüngen zu fürchten wäre, daher man ſich in dieſen Fällen der eiſernen **Klammern** (Subſcudes. *Crampons.*) bedienen muß, welche mit Blei vergoſſen werden. Weil aber das Eiſen wenn es feucht wird leicht roſtet und dadurch der Stein beſchädigt wird, ſo ſollten alle eiſerne Klammern welche in die Mauer kommen, wenigſtens einen Fuß weit von der äußerſten Wandfläche abſtehen, auch keine verarbeitet werden, welche nicht einen Ueberzug von Pech erhalten hat, zu welchem Ende die Klammer vorher heiß gemacht werden muß. Die Geſtalt der gewöhnlichen Steinklammern iſt hinlänglich bekannt, ſie werden 9 bis 12 Zoll lang gemacht, ihre beiden Arme mit Wiederhacken verſehen und beim Ausarbeiten der Löcher in den Steinen, müſſen die Löcher unten weiter als oben ſeyn, damit das eingegoſſene Blei recht feſt ſitzt. Figur 77. Auf jede Klammer rechnet man zwei Pfund Blei. Fig. 77.

Will man große eiſerne Anker bei den Eckverbänden vermeiden, weil ſie, außer dem Nachtheil welcher dem Steine durch das Roſten des Eiſens zugefügt

wird,

wird, auch noch dadurch ſchädlich werden, das ſich das Eiſen in der Kälte mehr als der Stein zuſammen zieht, weshalb die Steine leicht zerſpringen, ſo kann man dies wenn die Ecken ſtumpfwinklicht oder fett ſind, dadurch bewirken, daß die Eckſteine aus lauter Bindern von beträchtlicher Breite und Länge angenommen werden. Um dieſe Verbindung an einem Beiſpiele zu zeigen, ſo werde der Verband Figur 64. gewählt, wo jeder 3 Fuß lange und 18 Zoll breite Binder, mit einem $3\frac{1}{2}$ Fuß langen und 12 Zoll breiten Läufer abwechſelt. Schneiden ſich nun die Seiten der Eckſteine unter einem gegebenen ſtumpfen Winkel, ſo wird die Lehre oder Chablone zu den Bindern welche an die Ecken kommen, die man auch Kopfſtücke nennt, auf folgende Weiſe gezeichnet. Es ſei ABF Figur 78. der gegebene Winkel welchen die Eckſteine bilden ſollen, ſo werden in Entfernungen von 2 Fuß, Parallellinien AD und CD mit den Schenkeln BF und BE des gegebenen Winkels gezogen, welche ſich in D ſchneiden. Aus B ſetze man nach E $1\frac{1}{2}$, nach F drei Fuß, und ziehe durch E und F mit BD die Parallellinien EG, FH bis an die zuerſt gezogenen Parallellinien. Nun theile man EG und FH in zwei gleiche Theile in I und K. Aus E und F werden ſenkrecht auf BE und BF ſechs Zoll nach L und M abgeſetzt und aus dieſen Punkten die Linien LI und MK gezogen, auf welche man in I und K ſenkrecht 6 Zoll von I nach N und von K nach O ſetzt. Durch N und O ziehe man mit LI und MK die Linien MP und OQ parallel bis an die Linien CG und AH, ſo iſt GPNILEBFMKOQH die Lehre oder Chablone zu dem Eckbinder, ſo wie ELINPG die Lehre zu der Stoßfuge des anſtoßenden Läufers iſt. Dieſe Läufer müſſen auf beiden Seiten des Kopfſtücks zwei Fuß breit ſeyn. Wird die hier für das Kopfſtück gefundene Lehre umgedreht, ſo erhält man die Lehre für das Kopfſtück der darauf folgenden Lage. Die obere Anſicht zweier aufeinander folgenden Lagen iſt Figur 79. nebſt der äußern Anſicht der Fugen abgebildet. Noch iſt bei dieſem Eckverbande zu bemerken, daß die an den Eckbindern A, E liegende Läufer B, F, an der Lichtſeite vier Fuß lang und die Läufer C, G nur 3 Fuß lang ſind. Die nächſten Binder D D, HH erhalten eine Länge von 4 Fuß. Um dieſer Verbindung durch eiſerne Klammern noch mehr Feſtigkeit zu geben, ſo können ſolche da angebracht werden, wo ſie in der Zeichnung angedeutet ſind.

Tafel XXXIII. Fig. 64. — Fig. 78. — Fig. 79.

## §. 149.

Bildet die vorſpringende Ecke im horizontalen Querſchnitt einen rechten Win-

Winkel, ſo kann bei dem Eckverbande mit einem jeden Binder, ein Eckquader in der darauffolgenden Lage abwechſeln, wie aus Figur 80. zu erſehen iſt. Wird hier ebenfalls der Verband Figur 64. beibehalten, ſo erhält der Eckbinder A am Kopf auf jeder Lichtſeite $1\frac{1}{2}$ Fuß Breite, und die daneben liegenden Läufer B, B ſind 3 Fuß lang und 2 Fuß breit, ſo wie die Binder C, C, 4 Fuß Länge und $1\frac{1}{2}$ Fuß Breite haben. Die folgende Lage hat einen $3\frac{1}{2}$ langen und eben ſo breiten Eckquader D, an welchen die $3\frac{1}{2}$ Fuß lange und $1\frac{1}{2}$ Fuß breite Läufer E, E anſtoßen. Die Verklammerung iſt aus der Figur zu erſehen; auch iſt bei dieſem Verbande überhaupt zu bemerken, daß die Läufer B, B da wo ſie an den Binder A ſtoßen, eine ſchwache Stelle haben, welches bei dem ſtumpfwinklichten Eckverbande Figur 79 der Fall nicht iſt. Tafel XXXIII. Fig. 80. Fig. 79.

Der Eckverband Figur 81. ohne Binder auf den Ecken, bedarf keines ſo künſtlichen Fugenſchnitts wie die vorherigen Verbände und die anſtoßenden Läufer werden nicht ſo wie beim vorherigen Verbande geſchwächt. Die Eckquader A, B in beiden auf einanderfolgenden Lagen, ſind 3 Fuß lang, 2 Fuß breit, die anliegenden Läufer C, D, $3\frac{1}{2}$ Fuß lang, $1\frac{1}{2}$ Fuß breit und die Binder E, F, 4 Fuß lang und $1\frac{1}{2}$ Fuß breit. Außerdem wird bei G und H noch ein $2\frac{1}{2}$ Fuß langer und $1\frac{1}{2}$ Fuß breiter Füllquader eingeſetzt. Fig. 81.

Anſtatt daß der Eckquader nur mit einem Binder zuſammen ſtößt, kann man auch auf beiden Seiten deſſelben Binder anbringen, wie Figur 82, wodurch die Füllquader G, H, Figur 81. entbehrt werden. Wird bei dem angeführten Verbande vorausgeſetzt daß $1\frac{1}{2}$ Fuß breite Binder mit $3\frac{1}{2}$ Fuß langen Läufern abwechſeln, ſo muß jedesmal der Eckquader $4\frac{1}{2}$ Fuß lang und 2 Fuß breit ſeyn. Die übrige Verbindung ergibt ſich aus der Figur. Fig. 82. Fig. 81.

Es iſt vortheilhaft die ſcharfen Ecken bei den Futtermauern abzurunden, weil ſolche alsdann weniger dem Abſtoßen ausgeſetzt ſind. Dieſe Vorſicht iſt vorzüglich alsdann zu beobachten, wenn die horizontalen Querſchnitte der Ecken ſpitze Winkel bilden oder wenn die Steine eine magere Kante erhalten.

## §. 150.

Die im Vorhergehenden angegebenen Eckverbände bewirken zwar durch die zum Theil angebrachten Einſchnitte in den Stoßfugen und durch die eiſernen Klammern, daß die Schichten unter ſich zuſammen verbunden ſind; dagegen fehlt es bei ſehr ſtarken Erſchütterungen den einzelnen Schichten an einer eben ſo ſtarken Verbindung mit den nächſt darüber und darunter liegenden, weil

die

die Lagerfugen in einer wagerechten Fläche zwiſchen den Steinſchichten, ohne Unterbrechung durchgehen. Man kann zwar durch eiſerne Dübel eine mehrere Verbindung der aufeinanderfolgenden Schichten bewirken, aber auch dieſe muß man ſo viel wie möglich zu vermeiden ſuchen, weil ſie ſehr leicht zum Zerſprengen der Steine Gelegenheit geben. Eine ſtärkere Verbindung der aufeinanderfolgenden Steinſchichten kann ſicherer dadurch bewirkt werden, daß die Eckquader eine Hervorragung oder einen Kamm erhalten, mit welchem ſie in Vertiefungen der darunter liegenden Steine paſſen, wodurch ein ſolches Ineinandergreifen der Steine bewirkt werden kann, daß nicht leicht ein einzelner Stein
Tafel XXXIII. aus der Lage weicht. Dieſe Verbindung läßt ſich auf mancherlei Art ausfüh-
Fig. 82. ren. Wollte man mit Beibehaltung des Verbandes Figur 82. die $4\frac{1}{2}$ Fuß lange, 2 Fuß breite und eben ſo hohe Eckquadern, in die unterſte Schicht eingrei-
Tafel XXXIV. fen laſſen, ſo müßten ſolche ſämmtlich auf ihrer unterſten Fläche ABC Figur
Fig. 83. 83. einen Abſatz AB erhalten, welcher etwa einen Zoll hoch und halb ſo breit als der Stein ſeyn kann. Diejenigen Steine auf welchen der Eckquader ſein
Fig. 84. Lager erhält, müſſen alsdann eine eben ſo große Vertiefung Figur 84. bekommen, damit die Steine genau ineinander paſſen. Daß bei dieſem Verbande die Steinmetzarbeit ſehr genau ausgeführt werden muß, iſt eine unnachläßliche Bedingung. Wollte man an der Vorderſeite der Mauer nur grade Lagerfugen haben, ſo läßt ſich leicht einſehen daß dies dadurch bewirkt werden könne, wenn auf der oberſten Fläche des Eckquaders, eine 8 bis 12 Zoll breite Brüſtung ſtehen bleibt und der Vorſprung auf der Unterfläche dieſes Quaders, eben ſo breit weggehauen wird.

## §. 151.

Diejenigen Werkſtücke welche in die oberſte Schicht einer Futtermauer kommen, heißen **Deckplatten** und man muß dazu die härteſten Steine auswählen. Sie werden 8, 12 auch wohl 18 Zoll dick angenommen und müſſen wenigſtens eine Breite von 2 Fuß haben, wenn ſie noch etwas über die Mauer hervor ragen und ein feſtes Lager erhalten ſollen. Man gibt denſelben oft
Fig. 85. die Geſtalt Figur 85; dieſe iſt aber deshalb nicht zu wählen, weil ſolche den
Fig. 86. 87. Regen nicht ſo gut ableitet, wie Figur 86. und 87., wo die überhängende Platte unterhalb bei A eine Regenrinne hat, oder wie bei B etwas ſchreg bearbeitet iſt.

Erhalten die Deckplatten nur eine Breite von 2 Fuß, ſo iſt es nothwen-

dig

dig daß auf jeden Läufer ein Binder wie beim übrigen Mauerverbande angebracht wird; bei drei und mehr Fuß breiten Deckplatten können aber die Binder entbehrt werden. Die Fugenſchnitte der Binder können wie Figur 88. bei A oder des beſſern Anſehens wegen wie bei B bearbeitet werden. Noch beſſer ſieht es aus, wenn die Fugen ſenkrecht auf die äußere Fläche der Wand ſtehen, wie bei C; alsdann müſſen aber die Läufer mit einem Zapfen in die dazu gehörige Vertiefung des Binders eingelaſſen werden, wodurch noch der Vortheil entſteht, daß die von oben etwa eindringende Feuchtigkeit nicht durch die Stoßfuge lothrecht dringen kann. Bei D Figur 89. iſt der Zapfen am Läufer, welcher nur etwa einen Zoll lang ſeyn darf und halb ſo hoch als der Stein gemacht werden kann, ſo wie E die Vertiefung im Binder anzeigt, in welche der Zapfen des nächſten Läufers eingreift. Vor der Vertiefung E bleibt etwa noch 6 bis 8 Zoll Stein ſtehen. Tafel XXXIV. Fig. 88. Fig. 89.

Der Raum zwiſchen den Bindern der Deckplatten, wird oberhalb entweder mit dünnen Werkſtücken, oder mit rechtwinklicht behauenen Bruchſteinen oder auch mit guten Klinkern, welche auf die hohe Kante geſetzt werden, ausgefüllt, weshalb die Binder und Läufer an ihren lothrechten Hinterflächen, ſo hoch bearbeitet werden müſſen, daß die oberſte Schicht Füllſteine mit denſelben in Berührung kommt.

Beträgt die Breite der Futtermauern welche mit Deckplatten belegt werden ſoll, drei bis vier Fuß, ſo kann man ſich der Verbände Figur 90. oder 91. bedienen, wo bei der letztern Figur die Binder A mit den dazwiſchen befindlichen Läufern B abwechſeln, welche auf eine ähnliche Art wie Figur 89. in die Binder eingreifen. Bei dieſen Verbänden können eiſerne Klammern entbehrt werden. Fig. 90. 91. Fig. 89.

Auf die Deckplatten wird entweder ein eiſernes oder ſteinernes Geländer geſetzt; hölzerne Geländer auf maſſiven Mauern ſollte man des Uebelſtandes und der koſtbaren Unterhaltung wegen vermeiden.

## §. 152.

Beim Bearbeiten der Werkſtücke werden außer der Stirnſeite oder derjenigen Fläche, welche die äußere Wand der Mauer bildet, nur noch diejenigen Seiten ſo weit glatt bearbeitet, als ſie mit andern Werkſtücken zuſammen treffen; der übrige Theil der Oberfläche eines Werkſtücks muß ganz rauh bleiben, damit er ſich mit dem übrigen Mauerwerke deſto beſſer verbindet, ſo wie

es auch beſonders bei Bindern ſehr vortheilhaft iſt, wenn der nach dem Innern der Mauer gekehrte Theil derſelben, hinten merklich breiter als vorne iſt.

Ferner muß beim Bearbeiten eines jeden Werkſtücks darauf gehalten werden, daß der Stein wenn er in die Mauer kommt, wieder eben dieſelbe Lage erhalte, welche er vorher im Bruche hatte, ſo daß der Theil welcher wagerecht gelegen hat, auch in der Mauer wieder eben ſo liegt, weil der Stein alsdann die meiſte Dauer erhält. Wollte man den Stein deſſen Fläche im Bruche horizontal war, in der Mauer vertikal ſtellen, ſo läßt ſich einſehen, daß derſelbe unter der Laſt weit leichter zerbrechen würde.

Der §. 135. beſchriebene Cement wird zum vermauern der Werkſtücke ſo weit ſie unterm Waſſerſpiegel liegen gebraucht und es iſt bei dieſen eben ſo wie bei den gebrannten Steinen darauf zu halten, daß die Werkſtücke vorher mit Waſſer tüchtig angefeuchtet werden müſſen, wenn ſich der Cement mit denſelben gut verbinden ſoll. Dagegen werden diejenigen Werkſtücke welche über den höchſten Waſſerſpiegel kommen, mit dem §. 134. beſchriebenen rothen Mörtel vermauert oder vergoſſen. Der Cement zum Ausmauern der Werkſtücke darf keine grobe Körner in der Beimiſchung enthalten, weil ſonſt große Fugen zwiſchen den Steinen entſtehen.

Bringt man die bearbeiteten Steine an diejenige Stelle des Baues, wohin ſie ihrer Beſtimmung nach kommen ſollen, ſo nennt man dies die Werſtücke **verſetzen**. Der Stein wird gewöhnlich vom Arbeitsplatz nach der Bauſtelle, wenn die Entfernung nicht zu groß iſt, auf Walzen bis an ſein Lager gebracht und es kommt ſehr viel darauf an, daß derſelbe wenn ſich einmal Mörtel zwiſchen den Fugen befindet, unverrückt liegen bleibt. Man hat verſchiedene Arten die Werkſtücke zu vermauern und auszugießen. Entweder werden ſolche zuvor in ihr Lager gebracht um zu ſehen ob alles genau aneinander paßt. Alsdann wenn dies der Fall iſt, wird der Stein umgekippt und die unterſte oder Lagerfläche deſſelben genäßt und mit Mörtel eben ſowol als die Stelle auf welcher der Stein liegen ſoll, überſtrichen und dieſer ſo ſchnell wie möglich, ohne daß er viel gerückt werden darf, ins Lager gebracht. Dieſes Verfahren ſetzt geübte Arbeiter voraus, wenn der Mörtel gut binden und die Lagerfuge nicht zu groß werden ſoll, daher man auch die Lagerfugen ſowol als die Stoßfugen nur auszugießen pflegt, wenn zuvor der Stein trocken verſetzt iſt. Zum **Vergießen** der Lagerfuge wird erfordert, daß ſie $\frac{1}{8}$ Zoll breit ſei; es werden daher kleine Keile von eichen Holz ſo unter den Stein gelegt,

daß

daß die Lagerfuge höchſtens die angegebene Weite erhalte und wenn auf dieſe Art mehrere Werkſtücke neben einander verſeẓt ſind, wird hinter denſelben in einem Abſtande von wenigſtens $\frac{1}{8}$ Zoll eine Schicht Mauerſteine ſo vermauert, daß zwiſchen dem Werkſtücke und dem Mauerſteine, die Stoßfuge von der angegebenen Breite offen bleibt. Iſt hierauf die Lagerfuge mit Waſſer genäßt, ſo gießt man in den leeren Raum zwiſchen der Schicht von gebrannten Steinen und dem Werkſtücke, Cement oder Mörtel, welcher ſo flüſſig ſeyn muß, daß er ſich alsdann in der Lagerfuge ausbreitet und an der Vorderſeite der Mauer zum Vorſchein kommt, wo er am weitern Abfließen verhindert werden muß. Die Hintermaurung der Werkſtücke wird nun fortgeſeẓt und wenn das Mauerwerk mit der Werkſteinſchicht gleiche Höhe erlangt hat, ſo werden auch die Stoßfugen zwiſchen den Werkſtücken ausgegoſſen.

## §. 153.

Um die Anordnung der einzelnen Theile und die Erbauung einer Futtermauer mit einer Werkſtückbekleidung beſſer zu überſehen, werde vorausgeſeẓt daß eine 20 Fuß hohe Mauer auf einem Pfahlroſte mit zwei Fußbänken nnd einer Vorderböſchung, deren Ausladung dem achtzehnten Theile der Höhe gleich iſt, nach den Abmeſſungen der ſiebenten Tafel (§. 138.) aufgeführt werden ſoll. Hienach iſt wenn die Brüche welche bei den Zollen vorkommen vermieden werden, die Unterbreite der Mauer 7,242 Fuß oder 7 Fuß 3 Zoll, die Oberbreite 4 Fuß, die Höhe jeder Fußbank 3,477 oder $3\frac{1}{2}$ Fuß, die Breite jeder Fußbank 1,066 Fuß oder 13 Zoll und die Ausladung der Vorderböſchung oder der achtzehnte Theil der Höhe, 13 Zoll.

Die Anordnung des Pfahlroſtes, wenn vor denſelben eine Spundwand kommt und dabei angenommen wird, daß die Vorderwand vom Fuß der Futtermauer mit der Hinterkante des Spundholms in einerlei Loth und die Hinterfläche der Fußbank, auf die Mitte der hinterſten Langſchwelle kommen ſoll, kann nun leicht geſchehen; denn wenn die Holme oder Langſchwellen 10 Zoll ſtark angenommen werden, ſo bleibt zwiſchen dem Spundholm und der hinterſten Langſchwelle noch eine lichte Breite von $7'3'' - 5'' = 6$ Fuß 10 Zoll und wenn innerhalb dieſes Raums noch 2 Langſchwellen, alſo überhaupt 4 Stück 10 Zoll breite Schwellen angenommen werden, ſo iſt der lichte Raum zwiſchen 2 Schwellen $\frac{6'10'' - 20''}{3} = \frac{6\frac{2}{3}}{3} = 20\frac{2}{3}$ Zoll, alſo liegen die Langſchwellen von Mittel

zu Mittel, 2 Fuß $6\frac{2}{3}$ Zoll von einander entfernt. Hienach müſſen die Roſtbohlen, wenn ſie einen Zoll über die hinterſte Langſchwelle vorſtehen ſollen, 8 Fuß 7 Zoll, alſo die Zangen oder Querſchwellen etwa 9 Fuß lang ſeyn.

Iſt ferner für die Werkſteinbekleidung feſtgeſetzt, daß die Schichten 18 Zoll und die Deckplatten 8 Zoll hoch werden ſollen, ſo bleiben nach Abzug der 8 Zoll von 20 Fuß Höhe, noch 232 Zoll übrig. Dieſe durch 18 dividirt, gibt 12 Steinſchichten, wobei noch 16 Zoll Reſt bleiben. Die unterſten Steinſchichten pflegt man gern etwas höher und breiter als die übrigen zu machen, man kann daher der erſten 10 und der zweiten Schicht 6 Zoll zulegen, ſo ergeben ſich für die Höhen

| | | | |
|---|---|---|---|
| der erſten Lage — — — | — 2 Fuß | 4 Zoll |
| der zweiten Lage — — — | — 2 = | — = |
| der dritten bis zwölften Lage, à $1\frac{1}{2}$ Fuß — | — 15 = | — = |
| der dreizehnten Lage für die Deckplatten — | — — = | 8 = |
| ganze Höhe der Mauer | 20 Fuß | |

Sämmtliche Binder ſollen $1\frac{1}{2}$ Fuß breit und die Läufer $3\frac{1}{2}$ Fuß lang ſeyn. In der erſten Lage erhalten die Binder 3 Fuß Länge und die Läufer $1\frac{1}{2}$ Fuß Breite; in der zweiten und allen folgenden Lagen, erhalten die Binder $2\frac{1}{2}$ Fuß Länge und die Läufer 15 Zoll Breite.

Bei dieſen Angaben von der Breite der Läufer iſt nicht aus der Acht zu laſſen, daß wegen der Vorderböſchung der Mauer, die obere Breite der Läufer kleiner als die untere iſt. Eben das gilt in Abſicht der Länge von den Bindern; es muß daher allemal bei dieſen Angaben, die größte Abmeſſung des Steins verſtanden werden.

Es wird vorausgeſetzt daß die Hintermaurung der Werkſtücke hier mit gebrannten Steinen geſchehen ſoll. Wären hingegen Bruchſteine zur Hintermaurung der Werkſtücke vorhanden, ſo würde man gebrannte Steine um ſo mehr entbehren können, wenn die Bruchſteine nach parallelen Flächen brechen; ſollen aber Feldſteine zur Mauer mit verwandt werden, ſo iſt erforderlich, weil ſie wegen ihrer mehr runden als graden Oberfläche, nicht den beſten Verband geben, und beſonders zum Ausmauern der Räume zwiſchen den Bindern nicht geſchickt ſind, daß hiezu ſowol, als auch um auf jede drei bis vier Fuß Höhe eine Schicht von Mauerſteinen durch zu binden, dem Inhalte nach, eben ſo viel Mauerſteine als Feldſteine zum Vermauern genommen werden. Es iſt aber bei der Auswahl dieſer Steine darauf zu merken, daß der Froſt wohl $1\frac{1}{2}$

bis

bis zwei Fuß tief in das Mauerwerk eindringt, und daß daher der Raum zwiſchen den Bindern mit ſolchen Steinen ausgefüllt werde, welche dem Froſte hinlänglich widerſtehen.

So bald der Roſt fertig und die Erde zwiſchen den Langſchwellen auf einen oder etliche Fuß tief ausgegraben, mit einer Schicht Steingruß oder kleinen Feldſteinen bis an die aufzubringende Deckbohle ausgepackt und feſtgeſtampft iſt, ſo wird, wenn die Deckbohlen befeſtiget ſind, die erſte Schicht Werkſtücke mit Cement vermauert. Dieſe Werkſtücke erhalten keine Vorderböſchung, ſondern werden rechtwinklicht behauen und bilden einen kleinen Abſatz, wogegen die übrigen Werkſtücke ſämmtlich die erforderliche Böſchung erhalten. In gleicher Höhe mit dieſen Werkſtücken wird ſowol der Raum zwiſchen den Bindern und vorzüglich in den Ecken, wo die Binder aus den Läufern hervor treten, mit gebrannten Steinen in Cement und der übrige Raum mit eben ſolchen Steinen, in Cement oder Waſſermörtel ausgemauert. Es iſt nicht nothwendig die Deckbohlen mit Sand oder Lehm vor dem Vermauern der erſten Steinſchicht zu beſtreuen, wohl aber iſt es vortheilhaft, die Bohlen ſo wie die Mauerſteine vorher zu näßen, wenn die Mauerſchicht darauf kommen ſoll. Die zweite Schicht Werkſtücke wird nicht eher geſetzt, als bis die erſte durchgängig hintermauert und die ganze Mauerſchicht auf ihrer Oberfläche eben und wagerecht iſt. Auf dieſe Art wird mit allen Schichten fortgefahren, nur daß man wenn Feldſteine zur Hintermaurung verwandt werden ſollen, etwa die dritte Mauerſchicht, der beſſern Verbindung wegen durchgängig mit gebrannten Steinen ausmauert. Endlich werden die Deckplatten aufgebracht, wie ſolches Figur 92 näher nachweiſet. Tafel XXXIV. Fig. 92.

Des Cements bedient man ſich bei dieſem Mauerwerk nur bis zur größten Höhe welche das Waſſer erreicht; auch iſt es zur Erſparung der Koſten in den meiſten Fällen zureichend, wenn nur die Werkſtücke vergoſſen und die Fugen ſo weit ſolche das Waſſer beſpült mit Cement verſtrichen werden, weil der übrige Theil des Mauerwerks ſehr wohl mit dem §. 134. beſchriebenen rothen Mörtel ausgeführt werden kann.

Die beſte Jahrszeit zur Ausführung des Mauerwerks bei einer Futtermauer, iſt das Frühjahr, weil alsdann der Mörtel am beſten erhärtet.

## §. 154.

Während des Baues der Futtermauer muß ſorgfältig darauf gehalten werden,

den, daß die Mauer durchgängig in gleicher Höhe aufgeführt wird, damit kein ungleichförmiges Setzen derſelben entſteht; ſollte aber wegen des zu kurzen Fangdamms oder wegen anderer Unterbrechungen des Baues, die Mauer nur Theilweiſe aufgeführt werden können, ſo muß man den einzeln aufzuführenden Abtheilungen vom Roſte ab, die kleinſte Höhe geben welche die Umſtände nur zulaſſen wollen, und alsdann erſt, wenn durchgängig die Mauer bis zu gleicher Höhe Theilweiſe aufgeführt iſt, das noch fehlende an der Höhe, durch ein gleich hohes Aufmauern ergänzen. Das einzelne Stück Mauer, welches man ſtehen läßt, um nach einiger Zeit ein anderes mit demſelben zu verbinden, muß nicht lothrecht oder mit einer Verzahnung wie AB Figur 93. abgeſetzt werden, weil die Verbindung der neu aufzuführenden Mauer mit der bereits ſtehenden alsdann nur ſehr unvollkommen wird und wegen des ungleichförmigen Setzens leicht Riſſe entſtehen; es iſt weit beſſer, die Mauer abzutreppen, wie bei CD, weil alsdann die beim ungleichen Setzen des Mauerwerks entſtehenden Nachtheile, weniger Einfluß haben.

Tafel XXXIV. Fig. 93.

Die **Füllerde** ſollte nicht eher hinter die Mauer gebracht werden, als bis man ſich überzeugt hält, daß der Mörtel trocken iſt; weil aber nicht immer das gänzliche Erhärten des Mörtels abgewartet werden kann, ſo muß das Hinterfüllen der Mauer mit deſto mehr Sorgfalt verrichtet werden. Hiezu gehört, daß man im Nothfall die Mauer bis auf eine gewiſſe Höhe mit Füllerde verſehen kann, daß aber dieſe Höhe nicht mehr als die Hälfte oder $\frac{2}{3}$ von der Höhe der Mauer betragen ſollte, und daß der noch übrig bleibende Theil von der noch nicht hinterfüllten Mauer, ſo viel wie möglich ausgetrocknet ſeyn muß, bevor das Hinterfüllen auf das letzte Drittel der Höhe beendet wird, weil bekanntlich der Druck der Erde wie das Quadrat ihrer Höhe zunimmt. So bald mit dem Hinterfüllen der Anfang gemacht werden ſoll, wird zuvor die Erde hinter dem Roſte möglichſt wagerecht geebnet und mit der Handramme Figur 3, feſt geſtampft. Hierauf wird eine etwa einen Fuß hohe Schicht fetter Erde angekarrt und darauf gehalten, daß unmittelbar hinter der Mauer etwa auf einen bis zwei Fuß Breite, trockner Lehm ſtatt der Füllerde kommt, welcher mit der ganzen Erdſchicht von der Mauer abwärts bis gegen die noch ſtehende feſte oder gewachſene Erde ſo weit feſtgeſtampft wird, daß durch den Druck der noch ferner darauf zu bringenden Erde, kein weiteres Nachſinken zu befürchten iſt. Mit jeder folgenden Erdſchicht wird auf dieſe Art fort gefahren, und während der ganzen Arbeit darauf gehalten, daß die Erdſchichten wagerecht ausfallen und

Tafel XXIX. Figur 3.

daß

daß die Füllerde mit der noch ſtehenden gewachſenen Erde gut verbunden wird, welches durch die Erdſchichten leicht zu bewirken iſt.

§. 155.

Damit die **Fugen** der Werkſtücke an der Vorderſeite der Mauer nicht nur ein ordentliches Anſehen erhalten, ſondern auch recht tüchtig mit Cement oder wenn ſie über dem Waſſer liegen, mit rothem Mörtel ausgefüllt werden, wird aus ſämmtlichen Fugen auf etwa einen Zoll Tiefe der Cement oder Mörtel ausgekratzt, die Fuge mit dem Maurerpinſel genäßt und mit recht gut bearbeitetem Cement oder Mörtel ausgefüllt, welcher mit einem beſonders dazu verfertigten **Fugeiſen**, Figur 94. welches beinahe die Geſtalt einer Mauerkelle hat, verſtrichen und glatt polirt wird, ſo daß die Fuge beim horizontalen Durchſchnitt, das Anſehen wie bei A Figur 95. erhält. Tafel XXXIV. Fig. 94. Fig. 95.

Auch bei den Werkſtücken pflegt man zuweilen bei einer Vorderböſchung, die Fugen ſenkrecht auf die äußerſte Fläche der Mauer zu ſetzen, wie Figur 96. Dieſe Lage der Werkſtücke iſt aber nicht zu empfehlen, weil alsdann die Fugen der Verwitterung weit mehr ausgeſetzt ſind, auch die Aufmaurung weit beſchwerlicher wird. Fig. 96.

§. 156.

Bei der **Veranſchlagung** der Futtermauern mit einer Werkſteinbekleidung kommt es darauf an, den Inhalt der Steine aus den Abmeſſungen welche ſie bearbeitet haben, oder nach dem **reinen** oder **bearbeiteten Maaße**, im **rohen Maaße** zu beſtimmen, weil für die Bearbeitung ein Zoll, oder der **Arbeitszoll**, als Abgang gerechnet wird. Soll nemlich ein bearbeiteter Binder 3′6″ lang, 18″ breit und 15″ hoch ſeyn, ſo iſt das rohe Maaß deſſelben, 3′7″ Länge, 20″ Breite und 17″ Höhe, und es iſt hiebei zu bemerken, daß die Steine nach dem rohen Maaße, das Arbeitslohn aber nach dem bearbeiteten Maaße gerechnet wird.

Bei der Berechnung des Inhalts der Steine zur Veranſchlagung und Bezahlung, wird nicht der Kubikfuß in 1728 Theile oder Kubikzoll und der Zoll in Kubiklinien getheilt, ſondern man begnügt ſich, den Kubikfuß in 12 Theile wie beim Längenmaaß, und jeden dieſer Theile wieder in zwölf Theile zu theilen. Der zwölfte Theil eines Kubikfußes wird ein Schachtfuß und der zwölfte Theil eines Schachtfußes, ein Balkenfuß genannt, welche man durch die

die kleinen Buchſtaben s nnd b von den Kubikfußen unterſcheidet; ſo ſind

$$3^{c'} + 7^{s'} + 5^{b'} = 3 + \tfrac{7}{12} + \tfrac{5}{144} \text{ Kubikfuß.}$$

Weil bei der Beſtimmung des Inhalts der Steine gewöhnlich nur bis auf Balkenfuß genau gerechnet wird, ſo kann die gegebene Unterabtheilung des Kubikfußes dazu dienen, Bruchrechnungen und größere Multiplicationen zu vermeiden. Soll z. B. der Inhalt eines Steins gefunden werden, welcher 4′ 11″ lang, 2′ 5″ breit und 1′ 7″ hoch iſt, ſo würde die Rechnung mit Brüchen nach Theilen des Fußes etwas weitläuftig werden; will man nach Zollen rechnen, ſo erhält man

```
 4′ 11″ = 59″
 2′  5″ = 29″
          ———
          531
         118
         ————
         1711
 1′ 7″ =   19″
         —————
        15399
        1711
        —————
1728)   32509 | 18c′ 1405c″
        1728  |
        —————
        15229
        13824
        —————
         1405
```

Werden hingegen die gegebenen Maaße in Fuß und Zoll beibehalten und auf nachſtehende Weiſe mit einander multiplizirt, ſo kommt man ſchneller zum verlangten Reſultat.

```
          4′ . 11″
          2′ .  5″
        ——————————
         20 .  55
      8 . 22
      ————————————
     11 . 10 .  7
          1′ .  7″
     —————————————
     77 . 70 . 49
 11 . 10 .  7
 —————————————————
 18c′  9s′  9b′  1c″
```

Bei

Bei dieſer Rechnung iſt zu bemerken, daß beim Zuſammenzählen jedesmal, ſo oft es angeht, die Zahl zwölf von der Summe abgezogen und nur der Reſt unter den Strich geſetzt wird; ſo oft hingegen 12 abgezogen iſt, um ſo viel Einheiten wird die nächſt vorhergehende Zahl vermehrt. Das vorſtehende Beiſpiel iſt hinreichend dieſe Rechnung zu erläutern. Auch gehört es nicht hieher die Rechnung mit Linien und Scrupel nach dem Schacht- und Balkenmaaße zu erläutern.

Es wird erfordert daß einem jeden Anſchlage, in welchem eine beträchtliche Menge Werkſtücke vorkommt, eine beſondere Steinberechnung beigefügt werde. Als Beiſpiel einer ſolchen Rechnung kann die §. 153. beſchriebene Mauer dienen, welche hier 50 Fuß lang angenommen werden ſoll, ſo daß in jede Schicht 10 Binder und eben ſo viel Läufer kommen.

| Werkſteine | Stück, Zahl | im reinen Maaße | | | | | | | | | im rohen Maaße | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Länge | | Breite | | Höhe | | körperlicher Inhalt | | | Länge | | Breite | | Höhe | | körperlicher Inhalt | | |
| | | Fuß | Zoll | Fuß | Zoll | Fuß | Zoll | c Fuß | s' | b' | Fuß | Zoll | Fuß | Zoll | Fuß | Zoll | c Fuß | s' | b' |
| Zur erſten Schicht, Binder | 10 | 3 | — | 1 | 6 | 2 | 4 | 105 | — | — | 3 | 1 | 1 | 8 | 2 | 6 | 128 | 5 | 8 |
| Läufer | 10 | 3 | 6 | 1 | 6 | 2 | 4 | 163 | 4 | — | 3 | 8 | 1 | 7 | 2 | 6 | 145 | 1 | 8 |
| Zur zweiten Schicht, Binder | 10 | 2 | 6 | 1 | 6 | 2 | — | 75 | — | — | 2 | 7 | 1 | 8 | 2 | 2 | 93 | 3 | 5 |
| Läufer | 10 | 3 | 6 | 1 | 3 | 2 | — | 87 | 6 | — | 3 | 8 | 1 | 4 | 2 | 2 | 105 | 11 | 1 |
| Zur 3n bis 12n Schicht, Binder | 100 | 2 | 6 | 1 | 6 | 1 | 6 | 562 | 6 | — | 2 | 7 | 1 | 8 | 1 | 8 | 717 | 7 | 1 |
| Läufer | 100 | 3 | 6 | 1 | 3 | 1 | 6 | 656 | 3 | — | 3 | 8 | 1 | 4 | 1 | 8 | 800 | 11 | 1 |
| Zur 13n Schicht, Deckplatten | 10 | 4 | 6 | 2 | — | — | 8 | 60 | — | — | 4 | 8 | 2 | 2 | - | 10 | 84 | 3 | 1 |
| | 10 | 3 | 2 | 2 | 6 | — | 8 | 52 | 9 | 4 | 3 | 4 | 2 | 8 | — | 10 | 74 | — | 11 |
| | 10 | 3 | 2 | 2 | — | — | 8 | 42 | 2 | 8 | 3 | 4 | 2 | 2 | — | 10 | 60 | 2 | 3 |
| Summa | 270 | reines Maaß | | | | | | 1804 | 7 | — | rohes Maaß | | | | | | 2209 | 10 | 3 |

Es werden alſo zu dieſer Mauer 2209⅚ Kubikfuß rohe oder unbearbeitete Werkſtücke erfordert, wenn der Inhalt der bearbeiteten 1804½ Kubikfuß beträgt. Hiebei iſt zu bemerken, daß der Abgang wegen der Vorderböſchung, oder die Schmiege, welche die Steine an der Stirne erhalten, nicht von dem Inhalte abgezogen iſt.

Nach der obigen Berechnung verhält ſich der Inhalt der bearbeiteten Steine zu den rohen etwa wie 4 zu 5, ob man gleich ſehr oft um die Mühe der obigen Berechnung zu erſparen, nur den achten Theil als Abgang für den Arbeitszoll in Rechnung bringt.

Das übrige was auf die Veranſchlagung Bezug hat, iſt aus dem nachfolgenden Anſchlage zu entnehmen.

## Anſchlag,

von der Futtermauer welche . . . . . . . erbaut werden ſoll.

Die Mauer iſt 50 Fuß lang, 20 Fuß hoch, unten 7 Fuß 3 Zoll und oben 4 Fuß breit, erhält eine Ausladung der Vorderböſchung, welche dem achtzehnten Theil der Höhe gleich iſt, und auf der Hinterſeite zwei Fußbänke, wovon jede $3\frac{1}{2}$ Fuß hoch und 13 Zoll breit wird.

Das Mauerwerk wird auf einem Pfahlroſte, $1\frac{1}{2}$ Fuß tief unterm niedrigſten Waſſerſpiegel ausgeführt. Die Vorderſeite der Mauer wird mit Werkſtücken bekleidet, welche mit Klinkern hintermauert werden.

| | A. Arbeitslohn. | Rthlr. | Gr. | Pf. | Rthlr. | Gr. | Pf. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **I. Erdarbeit.** | | | | | | |
| $37\frac{1}{2}$ | Schachtruthen Erde zum Ausfüllen des Fangdamms, auf 60 Fuß Länge, 9 Fuß Breite und 10 Fuß Höhe, à 8 Gr. | 12 | 12 | — | | | |
| 72 | Schachtruthen Erde bis zur Anlage des Roſtes auszugraben und gehörig abzuſetzen à 10 Gr. | 30 | — | — | | | |
| 350 | Kubikfuß, den gelegten Roſt auf 50 Fuß lang, im Durchſchnitt 7 Fuß breit und 1 Fuß tief, die Erde auszuräumen und mit Steinen, Steinſchutt und grobem Kieß auszufüllen und feſt zu ſtampfen à 8 Pf. | 9 | 17 | 4 | | | |
| $70\frac{1}{6}$ | Schachtruthen, die verfertigte Mauer auf 50 Fuß Länge, 20 Fuß Höhe und im Durchſchnitt 10 Fuß Breite dergeſtallt zu hinterfüllen, daß unmittelbar hinter die Mauer einige Fuß dick Lehm der übrige Theil aber Erde kommt, welche feſt geſtampft wird à 9 Gr. | 26 | 7 | 6 | | | |
| | Summa für Erdarbeit | | | | 78 | 12 | 10 |
| | **II. Zimmerarbeit.** | | | | | | |
| 21 | Stück ſtark Bauholz zu ſtämmen, zöpfen und zu beſchlagen à 12 Gr. | 10 | 12 | — | | | |
| | Latus | 10 | 12 | — | 78 | 12 | 10 |

Transport

| | | Rthlr. | Gr. | Pf. | Rthlr. | Gr. | Pf. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Transport | 10 | 12 | — | 78 | 12 | 10 |
| 43 | Stück Mittelbauholz zu ſtämmen und zöpfen à 2 Gr. | 3 | 14 | — | | | |
| 24 | Stück Sägeblöcke zu ſtämmen und zöpfen à 3 Gr. | 3 | — | — | | | |
| 40 | Stück Spitzpfähle zum Fangdamm 18 Fuß lang zu ſchneiden, ſpitzen, unter die Ramme zu bringen und 6 Fuß tief einzurammen à 1 Rthlr. 8 Gr. | 53 | 8 | — | | | |
| 120 | Fuß Holm zu bearbeiten, zu lochen, Zapfen an die Spitzpfähle des Fangdamms zu ſchneiden, den Holm aufzubringen und zu befeſtigen 1 Gr. 6 Pf. | 7 | 12 | — | | | |
| 120 | Fuß lang den Fangdamm mit zweizölligen Bohlen zu bekleiden, die Bohlen gehörig zu bearbeiten, einzuſtoßen und zu befeſtigen à 3 Gr. | 15 | — | — | | | |
| 12 | Stück Zangen 14 Fuß lang, zu bearbeiten, über die Holme des Fangdamms zu kämmen und zu befeſtigen à 6 Gr. | 3 | — | — | | | |
| 600 | □ Fuß Spundpfähle, jeden 12 Fuß lang, 4 Zoll dick mit Federn und Nuthen zu verſehen, zu ſpitzen und die Kanten am Kopf zu brechen à 4 Pf. | 8 | 8 | — | | | |
| 50 | laufende Fuß Spundwand vor die Ramme zu bringen und in Zwingen 10 Fuß tief einzurammen à 1 Rthlr. 4 Gr. | 58 | 8 | — | | | |
| | Dieſe Spundwand zu kappen, mit Zapfen zu verſehen, die Holme auszuarbeiten, zu lochen und aufzubringen à 2 Gr. | 4 | 4 | — | | | |
| 39 | Stück Grundpfähle zum Roſt 17 Fuß lang zu ſchneiden, ſpitzen, unter die Ramme zu bringen und 15 bis 16 Fuß tief einzurammen à 1 Rthlr. 16 Gr. | 65 | — | — | | | |
| 150 | Fuß Holm zu dieſen Pfählen 10 Zoll hoch zu bearbeiten, zu lochen, die Pfähle zu kappen, Zapfen anzuſchneiden und den Holm aufzubringen à 2 Gr. | 12 | 12 | — | | | |
| | Latus | 244 | 6 | — | 78 | 12 | 10 |

| | | Rthlr. | Gr. | Pf. | Rthlr. | Gr. | Pf. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Transport | 44 | 6 | — | 78 | 12 | 10 |
| 11 | Stück Zangen 9 Fuß lang 9 Zoll hoch zu bearbeiten, mit 3 Zoll tiefen Einſchnitten zu den Kämmen zu verſehen, Kämme an den Holmen der Spitzpfähle, an dem Holm der Spundpfähle aber mit Schwalbenſchwänzen auszuarbeiten und die Zangen aufzubringen und zu befeſtigen à 12 Gr. | 5 | 12 | — | | | |
| 350 | □Fuß dreizöllige Bohlen zu bearbeiten, den Roſt zwiſchen den Zangen zu bekleiden und die Bohlen mit hölzernen Nägeln an die Holme zu befeſtigen à 3 Pf. | 3 | 15 | 6 | | | |
| | Die Pumpen aufzuſtellen, in Gang zu bringen und die dazu nöthige Rüſtung zu machen | 12 | — | — | | | |
| | Nach vollendeter Arbeit den Fangdamm weg zu bringen und das Holz bei Seite zu ſchaffen | 25 | — | — | | | |
| | Summa für Zimmerarbeit | | | | 290 | 9 | 6 |
| | **III. Dem Bretſchneider.** | | | | | | |
| 20 | Stück Sägeblöcke zu zweizölligen Bohlen mit der Hand zu ſchneiden à 1 Rthlr. 4 Gr. | 23 | 8 | — | | | |
| 4 | Stück Sägeblöcke zu dreizölligen Bohlen zu ſchneiden à 1 Rthlr. | 4 | — | — | | | |
| 11 | Stück ſtark Bauholz zu den Spundpfählen zu trennen à 1 Rthlr. 8 Gr. | 14 | 16 | — | | | |
| | Summa dem Bretſchneider | | | | 42 | — | — |
| | **IV. Dem Steinmetz.** | | | | | | |
| 1649½ | Kubikfuß Werkſtücke, nach beiliegender Steinberechnung (m. ſ. S. 89) zu Läufern und Bindern, der Zeichnung gemäß nach graden Flächen und mit der erforderlichen Vorderböſchung zu bearbeiten, die Binder mit Schwalbenſchwänzen zu verſehen und die Läufer an beiden Enden abgeſchmiegt zu behauen à 6 Gr. | 412 | 9 | — | | | |
| | Latus | 412 | 9 | — | 410 | 22 | 4 |

| | | Rthlr. | Gr. | Pf. | Rthlr. | Gr. | Pf. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Transport | 412 | 9 | — | 410 | 22 | 4 |
| 155 | Kubikfuß Deckplatten, 8 Zoll hoch der Zeichnung gemäß mit einem Vorſprunge zu bearbeiten, die Binder mit Vertiefungen zum Eingreifen der Vorſprünge der Läufer zu verſehen à 8 Gr. | 51 | 16 | — | | | |
| 1804½ | Kubikfuß bearbeitete Werkſtücke von der Werkſtelle nach der Bauſtelle zu ſchaffen, im richtigen Verbande zu verſetzen, die Fugen genau paſſend aneinander zu arbeiten und zu vergießen à 2 Gr. | 150 | 9 | — | | | |
| | Summa dem Steinmetz | | | | 614 | 10 | — |
| | **V. Dem Maurer.** | | | | | | |
| 26 | Schachtruthen Mauerwerk nach Abzug der Werkſtücke mit Klinkern in gutem Verbande auszumauern à 3 Rthlr. | 78 | — | — | | | |
| | Für die beim Verſetzen und Vergießen von 1804½ Kubikfuß Werkſtücke zu leiſtende Hülfe à 1 Gr. | 75 | 4 | 6 | | | |
| 96 | Ruthen Werkſteinfugen vom Mörtel zu reinigen, auszuwaſchen und theils mit Cement, theils mit rothem Mörtel auszuſtreichen à 1 Gr. | 4 | — | — | | | |
| 32 | Tonnen Kalk einzulöſchen und das Waſſer anzutragen à 2 Gr. | 2 | 16 | — | | | |
| | Summa dem Maurer | | | | 159 | 20 | 6 |
| | **B. Materialien und Fuhrlohn.** | | | | | | |
| 21 | Stück ſtark Bauholz 44 Fuß lang, 12 Zoll am Zopf ſtark zu kaufen und bis zur Bauſtelle anzufahren à 7 Thlr. | 147 | — | — | | | |
| 43 | Stück mittel Bauholz 36 Fuß lang, 9 Zoll am Zopf ſtark, zu kaufen und anzufahren à 4 Thlr. | 172 | — | — | | | |
| | Latus | 319 | — | — | 1185 | 4 | 10 |

Transport

| | | Rthlr. | Gr. | Pf. | Rthlr. | Gr. | Pf. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Transport | 319 | — | — | 1185 | 4 | 10 |
| 24 | Stück Sägeblöcke 24 Fuß lang, 14 Zoll am Zopf ſtark zu kaufen und anzufahren à 4 Thlr. | 96 | — | — | | | |
| 2210 | Kubikfuß rothenburger Werkſteine anzukaufen und anzufahren à 14 Gr. | 1289 | 4 | — | | | |
| 58000 | Klinker mit Transport, 1000 Stck. à 18 Thlr. | 1044 | — | — | | | |
| 5 | Schachtruthen Feldſteine à 5 Thlr. | 25 | — | — | | | |
| 32 | Tonnen gebrannten Kalk mit Anfuhre à 2 Thlr. 12 Gr. | 80 | — | — | | | |
| 70 | Centner Traß mit Anfuhre à 4 Thlr. | 280 | — | — | | | |
| 112 | Fuhren Sand à 8 Gr. | 37 | 8 | — | | | |
| 10 | Ellen Zwillich zu den Zapfen der Spundtwände à 3 Gr. | 1 | 6 | — | | | |
| | Summa für Materialien und Fuhrlohn | | | | 3171 | 18 | — |
| | C. ad Extraordinaria. | | | | | | |
| | Für Herbeiſchaffung und Unterhaltung der Rammen und Geräthſchaften, Ramm- und Mauerrüſtungen, Schneidegerüſte, Kalkbänke und Kalkkaſten, Mulden, Schippen, Karren und Zubereitung der geſtoßenen Ziegel und des Cements | 800 | — | — | | | |
| | Für Oehl, Talg, Seife ꝛc. bei den Rammen | 30 | — | — | | | |
| | Für Waſſerſchöpfen und Unterhaltung der Schöpfwerkzeuge | 700 | — | — | | | |
| | Summa, ad Extraordinaria | | | | 1530 | | |
| | Summa ſummarum | | | | 5888 | 22 | 10 |

§. 157.

Die Aufführung der Futtermauern von gebrannten Steinen erfordert in Abſicht des Roſtes eben die Vorkehrungen, welche im Vorhergehenden beſchrieben ſind. Auch in Abſicht des Mörtels und des Vermauerns der Steine iſt nichts weiter zu erinnern, als daß vorzüglich für einen tüchtigen Verband und enge Fugen geſorgt werden muß. Die äußerſten Fugen werden, wenn der inne-

re

re Mörtel beinahe trocken iſt, ebenfalls ausgekratzt, ausgewaſchen und mit dem §. 155. beſchriebenen Fugeiſen gut verſtriſchen. Daß dergleichen Mauern nicht abgeputzt und nicht weiter beworfen werden, ſondern ihre natürliche Farbe behalten, iſt für ſich einleuchtend. In Abſicht des Verbandes iſt zu bemerken daß der **Kreuzverband** Figur 97. vor dem **Blockverbande** Figur 98. den Vorzug verdient, weil bei erſterm die Fugen mehr abwechſeln. Um aber bei Futter- und Schleuſenmauern im Innern derſelben durch den Verband noch mehrere Feſtigkeit und Verwickelung der Steine zu erhalten, und ſolche noch mehr gegen Erſchütterungen zu ſichern, bedient man ſich der **Schmieg-Spitz-** oder **Klampziegel**, die von den gewöhnlichen mit welchen die Mauer aufgeführt wird, nur darin verſchieden ſind, daß die Ecke CED Figur 99. abgeſchnitten iſt; übrigens müſſen ſie mit den übrigen Steinen gleiche Länge BC, Breite AB und eben dieſelbe Dicke behalten. Da ſich dergleichen Klampziegel aus dem ganzen Stein nicht gut hauen laſſen, ſo iſt es nothwendig, daß ſolche in beſondern Formen geſtrichen werden. Nach der Schrift: Geſammlete Nachrichten vom Verfahren der Holländer wenn ſie waſſerdichtes Mauerwerk machen, ſoll der Winkel BCD des Klampziegels 45 Grad betragen oder CE mit ED gleich groß ſeyn. Hiedurch wird aber der Winkel viel zu ſpitz und die Kante C ſo ſcharf, daß ſich dergleichen Ziegel nur ſelten gut brennen laſſen und außerdem beim Transporte und Gebrauch, zu leicht beſchädigt werden. Es iſt daher beſſer denſelben einen Winkel BCG Figur 100. von 60 Grad zu geben, welcher dadurch erhalten wird, wenn mit der Weite CD der Bogen DE geſchlagen und EF = CD genommen wird.

Tafel XXXIV. Fig. 97. 98.
Fig. 99.
Fig. 100.

Beim Aufführen der Mauern läßt man zwei gewöhnliche Lagen von Ziegeln Figur 101. A, B mit zwei Schmieg- oder Klamplagen C, D welche auch Strom- oder Kreutzlagen genannt werden, abwechſeln. Der Verband dieſer aufeinanderfolgenden Lagen, läßt ſich aus der angeführten Figur leicht überſehen, wo die erſte Schicht A mit einer Reihe Strecker und die zweite B mit einer Reihe Läufer anfängt, ſo daß dieſerhalb nichts weiter zu erinnern iſt, als daß bei den Ziegelmauern zur Erſparung der gebrannten Steine, eben ſo wie bei den Werkſteinbekleidungen, Feldſteine mit vermauert werden können. Nicht nur die Mauerſteinſchichten ſondern auch die eingebundenen Lagen von Feld- oder Bruchſteinen, müſſen ſehr genau wagerecht aufgeführt, die Steine gehörig genäßt und beim vermauern nicht durch den Schlag mit dem Hammer, ſondern mit der Hand angedrückt werden, auch ohne weiteres Verrücken

Fig. 101.

rücken

rücken ſogleich in die erforderliche Lage kommen. Es iſt von wenig Vortheil für die Feſtigkeit der Futtermauern von gebrannten Steinen, wenn man Pfeiler von Werkſteinen oder Chaînes, in gewiſſen Entfernungen einbindet, weil die Ziegelmauer alle erforderliche Feſtigkeit gewährt, wenn nur die Steine und der Mörtel die nöthige Eigenſchaft haben und beim Baue ſelbſt nichts verſehen iſt. Dagegen iſt es nothwendig, wenn neben dergleichen Ziegelmauern eine ſtarke Paſſage iſt und man leicht eine Beſchädigung der oberſten Lage dieſer Mauer zu fürchten hat, daß eine Schicht Deckplatten von Werkſteinen angebracht werde; ſonſt aber iſt es hinreichend wenn bei der oberſten Lage, die Ziegel, welche hier von ganz vorzüglicher Güte ſeyn müſſen, auf die ſchmale lange Seite geſtellt werden oder eine **Rollſchicht** gemauert wird. Diejenigen Steine der Rollſchicht welche an die Vorderſeite der Mauer kommen, ſind aber leicht an Tafel XXXIV. den Ecken der Beſchädigung ausgeſetzt, daher können ſolche beſonders geformt Fig. 102. und abgerundet werden, wie bei A Figur 102. Um das Abſtoßen dieſer von Ziegeln verfertigten Decklage zu vermeiden, muß man nicht dieſe Eckſteine, wie bei den Werkſtückbekleidungen, vorſpringen laſſen, ſondern die Mauer grade und bündig aufführen. Auch darf man nicht fürchten daß unter dieſen Umſtänden die Decklage oder die Vorderſeite der Wand, von der Witterung leide, weil die Wände der Schleuſen am Bromberger Kanal dieſes hinlänglich widerlegen, wenn nur die Steine und der Mörtel die erforderliche Güte haben und die Fugen gut ausgeſtrichen ſind.

Man ſteht noch häufig in dem Wahne, daß dergleichen Ziegelmauern welche vom Waſſer beſpült werden nicht dauerhaft ſind, ob gleich die Beiſpiele in Holland das Gegentheil beweiſen. Auch pflegt man einzuwenden, daß unſere Ziegel nicht von eben der Dauer wie die holländiſchen wären, allein ſowol die Schleuſen des Bromberger Kanals als auch ſo viele vorhandene alte Gemäuer in unſern Gegenden, zeugen von dem Gegentheile.

Die Aufführung der Futtermauern von Bruchſteinen, wovon diejenigen welche an die Vorderſeite kommen, eine quaderförmige Geſtalt erhalten, kann hier um ſo mehr übergangen werden, da alle Regeln die hiebei zu beobachten ſind, ſich im Vorhergehenden befinden.

§. 158.

Zur **Befeſtigung der Schiffe** an den Futtermauern müſſen große eiſerne Ringe auf verſchiedene Höhen der Mauer über dem Waſſerſpiegel und ſelbſt

auf

auf den Deckplatten angebracht werden. Die Ringe welche an der Vorderfläche der Mauer angebracht werden, müſſen jedesmal in die Mitte eines Werkſtücks mit einem Bolzen befeſtiget und dieſer mit Blei vergoſſen, innerhalb der Mauer aber, durch einen Splint feſtgehalten werden. Auch darf der Ring außerhalb der Mauer nicht vorſtehen, weil ſonſt die Schiffe leicht daran beſchädigt Tafel XXXV. werden. Man gibt daher dem Steine eine geringe Vertiefung wie Figur 103. Fig. 103.

Sollen dergleichen Ringe bei Mauern angebracht werden, deren Vorderſeite durchgängig von gebrannten Steinen erbaut werden ſoll, ſo müſſen wenigſtens an denjenigen Stellen wo Ringe vorkommen, Werkſtücke vermauert werden, welche in der Mauer breiter als außerhalb ſind. Die vordere Anſicht eines ſolchen Werkſtücks nebſt dem Ringe iſt durch Figur 104. vorgeſtellt. Auch Fig. 104. pflegt man öfters zum Feſthalten der Schiffe anſtatt der Ringe, eiſerne Bügel wie Figur 105. und 106. anzubringen, wovon letztere beſonders bei Schiffsſchleuſen Fig. 105. u. 106. häufig vorkommen, weil ſolche wenn ſie in den Schleuſenkammern angebracht werden, für die Schiffer ſehr bequem ſind um die Schiffe während des Durchſchleuſens, mit dem Haken an der Fahrſtange, daran zu halten.

## §. 159.

Zur Erleichterung des Landverkehrs mit den Schiffen, werden bei hohen Futtermauern Auffarthen (Appareillen) oder Treppen angebracht. Die Auffarthen werden innerhalb eines ſenkrechten Einſchnitts in die Futermauer angelegt, deſſen Seitenwände Mauern erhalten; die Auffarth ſelbſt aber wird mit Feldſteinen ausgepflaſtert und muß nicht zu ſteil angelegt werden.

Die Treppen pflegt man eben ſo wie die Auffarthen ſenkrecht auf die Richtung der Futtermauern anzulegen Figur 107, dies hat aber den Nachtheil, Fig. 107. daß man bei hohem Waſſer, wenn der größte Theil der Stufen unter dem Waſſerſpiegel liegt, nicht leicht nach den davor ſtehenden Schiffen kommen kann; man bringt daher auch dieſe Treppen ſo an, daß ſie mit der Mauer einerlei Richtung wie Figur 108. erhalten; weil man alsdann das Waſſer mag Fig. 108. auf irgend einer Höhe ſtehen, unmittelbar von der letzten über dem Waſſer liegenden Stufe, in das an der Treppe liegende Schiff treten kann. Werden die Stufen nach einem Halbzirkel angelegt Fig. 109. wie dies zu Hellwoet geſchehen Fig. 109. iſt, ſo erhält man dadurch eben dieſen Vortheil und zugleich einen bequemern Raum um vom Lande nach der Treppe zu kommen.

## §. 160.

Die bisher beſchriebenen Futtermauern waren durch kein merkliches Uebertreten ihres Obertheils ausgezeichnet, ob gleich der Fall eintreten kann, daß man genöthigt wird, wenn es der Straße welche neben der Futtermauer befindlich iſt, an Breite fehlt und die an der Straße befindlichen Häuſer nicht zurück-

geſetzt werden können, den Obertheil der Futtermauer zur Gewinnung des Fußwegs (Trottoir) über zu kragen. Dieſer Fall iſt in Paris eingetreten, wo ſowohl der Quai Pelletier als auch der Quai de l'Horloge eine ſolche Ueberkragung erhalten haben. Die folgenden Beſchreibungen dieſer Futtermauern nebſt den Abbildungen, ſind aus den mémoires ſur les objets les plus importans de l'Architecture par *Patte* (1769) Chap. 5. p. 215 — 220. entlehnt und ſämmliche Maaße beziehen ſich auf Pariſer Fuß und Zolle. Im dritten Bande der vom Hrn. Hofrath **Wiebeking** herausgegebenen Waſſerbaukunſt, findet man zugleich noch andere ausgeführte Futtermauern beſchrieben. Der Quai Pelletier iſt im Durchſchnitt Figur 110. und in der Vorderanſicht Figur 111. abgebildet. Es läßt ſich aber leicht einſehen daß eine ſo ſtarke Ueberkragung, welche bei dieſer Futtermauer etwa 5 Fuß beträgt, eine anſehnliche Verſtärkung erfordert, damit die vorſpringenden Steine A, B, C durch die Laſt der Deckplatten K, des Geländers F und anderer auf den Fußweg zu bringenden Laſten, nicht überſtürzen. Wollte man jedem einzelnen Steine A, B, eine eiſerne Verankerung mit dem übrigen nicht vorſpringenden Mauerwerke geben, ſo würde die Arbeit nicht nur koſtbarer ſondern auch weniger dauerhaft als nach der vom Architekten *Bullet* gewählten Konſtruction ausgefallen ſeyn; man machte daher auf die ganze Länge der Mauer 34 Abtheilungen wie AA' Figur 111., jede von 12 Fuß 3½ Zoll lang, und anſtatt den Steinen welche den Vorſprung AC Figur 110. bilden durchgängig vertikale Fugen zu geben, ſo beſtand nur die unterſte Schicht C Figur 111. des Vorſprungs, aus Steinen mit vertikalen Fugen; dagegen war am Anfang einer jeden Abtheilung wie bei A, B oder A' B' ein Widerlager für die beiden Steinſchichten D und E, deren Fugen wie bei einem ſcheidrechten Gewölbe, nach einem gemeinſchaftlichen Punkt gerichtet waren und welchen die Steine AA', BB' zum Wiederlager dienten, ſo daß wenn dieſe hinlänglich feſt waren, auch die übrigen Gewölbſteine nicht herunter fallen konnten. Die Befeſtigung der Widerlagsſteine läßt ſich aus dem Profil Figur 110., welches einen Durchſchnitt des Widerlagers AB Figur 111. abbildet, beſſer überſehen, wo durch die eiſerne Klammer G die beiden oberſten Steine und durch den eiſernen Ziehband HI die ſämmtlichen Steine welche den Vorſprung bilden, gehalten werden.

Tafel XXXV. Fig. 110. u. 111. — Fig. 111. — Fig. 110. — Fig. 111.

Fig. 112. u. 113. Die Konſtrukzion des Quai de l'Horloge Figur 112 und 113. iſt von der eben beſchriebenen verſchieden, weil hier die zwiſchen den Widerlagen M, M' befindlichen Gewölbſteine N Figur 113. nicht zwei beſondere Steinſchichten bilden, ſondern nur aus einer einzigen beſtehen. Die Entfernung MM' vom Mittel zweier Widerlagen iſt 12 Fuß 3 Zoll. Auch ſind hier anſtatt der eiſernen Anker, die Widerlagen M, M mit den dahinter befindlichen Steinen, durch eiſerne Klammern T, T Figur 112. verbunden. Bei einer genauen Vergleichung dieſer beiden hier beſchriebenen Konſtrukzionen, wird man leicht mit Patte der letztern den Vorzug geben.

# Anhang zum ſechſten Abſchnitt.

I. Ueber den Druck der Erde gegen Futtermauern, nebſt Beſtimmung der Abmeſſungen dieſer Mauern.

II. Beſtimmung des Orts, wo die Ankerbalken bei Bollwerkspfählen angebracht werden müſſen.

III. Ueber das Eindringen der Rammpfähle.

## I. Abhandlung.

## Ueber den Druck der Erde gegen Futtermauern, nebſt Beſtimmung der Abmeſſungen dieſer Mauern.

---

§. 161.

Eine zuſammenhängende Erdmaſſe ABZ Figur 114. würde unter dem Winkel AZB $= \phi$ über die unter ihr befindliche Erde auf ZB herunter rutſchen, und die unter dem Winkel BAZ $= \beta$ gegen den Horizont AZ geneigte feſte Wand AB weg drücken, wenn nicht gegen die Wand ABB', die hier noch als ein gewichtloſer Körper angeſehen wird, eine Kraft V in horizontaler Richtung angebracht wäre, welche dem Erddruck das Gleichgewicht hielte. Man ſucht die Größe der Kraft V, damit die Erdmaſſe durch den kleinſten Ueberſchuß an Kraft vermögend iſt, die Mauer ABB' umzuwerfen. Taf. XXXVI. Fig. 114.

Die Linie BC werde vertikal gezogen und man ſetze:

$$BC = h, \quad AB = a, \quad AC = b, \quad CZ = z, \quad BZ = r;$$

das Gewicht eines Kubikfußes Erde $= e$; das Verhältniß des Drucks zur Reibung bei Erde auf Erde $= 1 : n$ und bei Erde auf Mauerwerk $= 1 : m$, ſo iſt das Gewicht des Erdkörpers ABZ, wenn derſelbe einen Fuß dick angenommen wird

$$P = \tfrac{1}{2} eh\,(b + z)$$

Denkt man ſich nun das Gewicht P im Punkt G vereinigt und durch die Linie GD ausgedrückt, ſo zerlegt ſich GD in zwei andere Kräfte, wovon die eine GE die Erdmaſſe nach der Richtung ZB mit einer Kraft

$$GE = P \sin\phi = \frac{h}{r} P$$

fort zu bewegen ſtrebt; die andere Kraft GF verurſacht einen ſenkrechten Druck auf ZB

GF

$$GF = P \cos\phi = \frac{z}{r} P.$$

Wird die Kraft V durch die Horizontale GH vorgeſtellt, und nach den Richtungen GK und GI, mit BZ parallel und darauf ſenkrecht zerlegt, ſo ſtrebt die Kraft V die Erdmaſſe nach der mit BZ parallelen Richtung, mit einer Gewalt

$$GK = V \cos\phi = \frac{z}{r} V$$

aufwärts zu bewegen, und verurſacht auf BZ einen ſenkrechten Druck

$$GI = V \sin\phi = \frac{h}{r} V.$$

Aus der Wirkung der Kraft V gegen die Wand ABB′ entſtehet da, wo die Erde die Fläche AB von der Wand berührt, ein ſenkrechter Druck $= V$ $= \sin\beta = \frac{h}{a} V$, und eben ſo ſtark muß im Fall des Gleichgewichts die Erdmaſſe ABZ gegen AB drücken. Soll nun die Mauer ABB′ durch den Erddruck umgeworfen werden und es entſteht eine Umdrehung der Mauer um den Punkt B′, ſo kann nur dann eine Bewegung der Mauer erfolgen, wenn die mit derſelben in Berührung ſtehenden Erdtheile nach der Richtung AB abgleiten. Hiedurch wird aber eine Reibung $= m \frac{h}{a} V$ verurſacht, welche der Bewegung eben ſo widerſteht, als wenn im Punkte G mit der Richtung BA parallel eine Kraft

$$GL = m \frac{h}{a} V$$

nach oben zu, angebracht wäre.

Nun iſt der Winkel $LGM = ABZ = 180° - \beta - \phi$, daher $\sin LGM = \sin(\beta + \phi)$ und $\cos LGM = -\cos(\beta + \phi)$; wird daher die Kraft GL nach GM mit BZ parallel und nach GN auf BZ ſenkrecht zerlegt, ſo erhält man

$$GM = GL.\cos LGM = -\frac{mh}{a} V \cos(\beta + \phi);\ \text{aber}$$

$$\cos(\beta + \phi) = \cos\beta \cos\phi - \sin\beta \sin\phi = \frac{b}{a}\frac{z}{r} - \frac{h}{a}\frac{h}{r},\ \text{daher}$$

$$GM = \frac{mh}{a^2 r}(h^2 - bz) V$$

und

und die auf BZ ſenkrechte Kraft

$$GN = GL.\sin LGM = \frac{mh}{a} V \sin(\beta + \phi);$$ nun iſt

$$\sin(\beta+\phi) = \sin\beta\cos\phi + \cos\beta\sin\phi = \frac{h}{a}\frac{z}{r} + \frac{b}{a}\frac{h}{r},$$ daher

$$GN = \frac{mh^2}{a^2r}(b+z)V.$$

Die geſammten Preſſungen ſenkrecht auf BZ ſind

$$GF + GI - GN = \frac{z}{r}P + \frac{h}{r}V - \frac{mh^2}{a^2r}(b+z)V$$

und die Kraft, welche die Erdmaſſe ABZ mit ZB parallel zu bewegen ſtrebt

$$GE - GK - GM = \frac{h}{r}P - \frac{z}{r}V - \frac{mh}{a^2r}(h^2 - bz)V.$$

Dieſe Kraft muß der Reibung, welche von dem auf BZ ſenkrechten Druck entſtehet, das Gleichgewicht halten, daher iſt

$$\frac{h}{r}P - \frac{z}{r}V - \frac{mh}{a^2r}(h^2-bz)V = n\frac{z}{r}P + n\frac{h}{r}V - n\frac{mh^2}{a^2r}(b+z)V.$$

Wird hieraus V entwickelt und für P ſein Werth geſetzt, ſo findet man

$$V = \frac{ea^2h}{2}\cdot\frac{bh + (h-nb)z - nz^2}{na^2h + mh^3 - nmbh^2 + (a^2 - mbh - nmh^2)z}.$$

§. 162.

Die Größe des Erddrucks gegen AB Figur 114. oder die Kraft V hängt unter übrigens gleichen Umſtänden von der Entfernung CZ = z ab, und es muß einen Werth für z geben, bey welchem die Erdmaſſe ABZ gegen AB den ſtärkſten horizontalen Druck ausübt, oder wo V ein Maximum wird. Dieſes zu finden ſetze man Taf. XXXVI. Fig. 114.

$$na^2h + mh^3 - nmbh^2 = A$$ und

$$a^2 - mbh - nmh^2 = B$$

ſo iſt, wenn der im vorigen §. für V gefundene Ausdruck differenzirt wird,

$$\frac{dV}{dz} = \tfrac{1}{2}ea^2h\frac{hA - nbA - bhB - 2nAz - nBz^2}{(A+Bz)^2}.$$

Dieſen Werth = 0 und

$$n^2A^2 - n^2bAB + nhAB - nbhB^2 = R$$

geſetzt,

geſetzt, ſo erhält man nach gehöriger Entwickelung

$$z = \frac{-nA + \sqrt{R}}{nB}.$$

Da nun $\frac{d^2V}{dz^2}$ eine negative Größe giebt, ſo erhält man für V ein Maximum, wenn ſtatt z der gefundene Werth in den allgemeinen Ausdruck von V geſetzt wird. Durch dieſe Subſtitution erhält man

$$V = \tfrac{1}{2}ea^2h\,\frac{(2nA+hB-nbB)\sqrt{R}-n^2A^2+n^2bAB-nhAB+nbhB^2-R}{B^2\sqrt{R}} \text{ oder}$$

$$V = \tfrac{1}{2}ea^2h\,\frac{(2nA+hB-nbB)\sqrt{R}-2R}{B^2\sqrt{R}} \text{ oder}$$

$$V = \tfrac{1}{2}ea^2h\,\frac{2nA+hB-nbB-2\sqrt{R}}{B^2}$$

und wenn für R ſein Werth geſetzt und abgekürzt wird,

$$V = \tfrac{1}{2}ea^2h\left(\frac{\sqrt{(nA+hB)}-\sqrt{(nA-nbB)}}{B}\right)^2.$$

Für B = 0 erhält dieſer Ausdruck einen unbeſtimmten Werth, weil Zähler und Nenner = 0 wird, daher kann man folgende Verwandlung vornehmen.

Es iſt $\sqrt{\alpha}-\sqrt{\beta} = \frac{\alpha-\beta}{\sqrt{\alpha}+\sqrt{\beta}}$, daher

$$V = \tfrac{1}{2}ea^2h\left(\frac{h+nb}{\sqrt{(nA+hB)}+\sqrt{(nA-nbB)}}\right)^2$$

Werden nun für A und B die erforderlichen Werthe geſetzt, ſo erhält man, weil $h^2+b^2=a^2$ iſt,

$$V = \tfrac{1}{2}eh^2\left(\frac{h+nb}{\frac{h}{a}\sqrt{[(n^2+1)(a^2-mbh)]}+\sqrt{[nh(nh+mh-b)]}}\right)^2$$

Wird nun

$$\frac{h+nb}{\frac{h}{a}\sqrt{[(n^2+1)(a^2-mbh)]}+\sqrt{[nh(nh+mh-b)]}} = N \text{ geſetzt, ſo}$$

erhält man für den größten horizontalen Druck gegen die Wand AB

$$V = \tfrac{1}{2}eh^2N^2.$$

Für

Für eine vollkommen flüſſige Maſſe, wird n und m $=$ o, daher $N = 1$ und $v = \frac{1}{2} eh^2$, wie nach bekannten hydroſtatiſchen Lehren erfordert wird.

§. 163.

Steht die Fläche AB, Figur 114., der Wand ABB′ vertikal, ſo wird $b =$ o und $a = h$, daher Taf. XXXVI. Fig. 114.

$$N = \frac{1}{\sqrt{(n^2+1)} + \sqrt{(n^2+nm)}} \text{ und}$$

$$V = \frac{\frac{1}{2} eh^2}{[\sqrt{(n^2+1)} + \sqrt{(n^2+nm)}]^2}.$$

Unter übrigens gleichen Umſtänden, verhält ſich daher **der horizontale Erddruck bei verſchiedenen Höhen, wie die Quadrate dieſer Höhen.**

§. 164.

Es ſei $\alpha =$ A′AR Figur 115. der Böſchungswinkel, unter welchem aufgehäufte Erde gegen den Horizont AA′ liegen bleibt, ſo hat am Abhang AR jedes Erdtheilchen p, deſſen Gewicht p iſt, ein Beſtreben nach der Richtung RA zu ſinken $= p \sin \alpha$ und verurſacht ſenkrecht auf AR einen Druck $= p \cos \alpha$. Hievon entſteht eine Reibung $= np \cos \alpha$, und weil das Erdtheilchen p in Ruhe bleibt, ſo muß hier die Reibung eben ſo groß ſeyn, als die Kraft, mit welcher es herabfallen würde, oder $p \sin \alpha = np \cos \alpha$, daher Fig. 115.

$$n = \operatorname{tang} \alpha.$$

Iſt daher der Neigungswinkel $\alpha$ für irgend eine Erdart bekannt, ſo kann daraus das Verhältniß der Reibung zum Druck, oder n gefunden werden.

Nachſtehende Tafel enthält die Böſchungswinkel für verſchiedene Körper.

| | α | n |
|---|---|---|
| angefeuchteter Sand | 24° | 0,445 |
| angefeuchtete Gartenerde | 27° | 0,510 |
| trockner Sand | 32° | 0,625 |
| Kieſel und kleine Straßenſteine | 36° | 0,727 |
| trockne pulveriſirte Gartenerde | 37° | 0,754 |
| trockner pulveriſirter Lehm | 40° | 0,839 |
| trockne pulveriſirte Thonerde | 45° | 1,000 |
| trockner pulveriſirter Steinkalk | 50° | 1,192 |

Für das Waſſer wäre $\alpha = o$, alſo $n = o$.

Nicht allein die Reibung, ſondern auch die Kohäſion, verhindert die Erde am Abſinken. Weil aber die Kohäſion bei einerlei Erde, nachdem ſolche mehr oder weniger Feuchtigkeit hat, ſehr verſchieden ausfällt, und daher nicht leicht mit Sicherheit in Rechnung gebracht werden kann, ſo iſt bei der Bildung der Hauptformel §. 161. nur ſo weit darauf Rückſicht genommen worden, als die Kohäſion mit der Entſtehung des Böſchungswinkels $\Phi$ zuſammen hängt. Hiedurch iſt nicht nur der allgemeine Ausdruck für V viel einfacher ausgefallen, ſondern es entſteht auch in Abſicht ſeiner Anwendung auf Futtermauern noch der Vortheil, daß der Druck der Erde gegen die Mauer nicht zu klein in Rechnung gebracht wird.

## §. 165.

Bei der Beſtimmung des Erddrucks gegen eine Futtermauer, iſt es rathſam denjenigen Fall anzunehmen, bei welchem die Erde den größten Druck ausübt, weil man alsdann ſicher iſt, wenn die Mauer hienach proportionirt wird,
Tafel XXXVI. daß kein Erddruck entſtehet, welcher die Mauer umwerfen könnte. Wäre BR
Fig. 116. Figur 116. die Neigung, unter welcher die Erde frei abſinkt, ſo läßt ſich einſehen, daß es zwiſchen A und R noch unzählig andere Richtungen wie ZB giebt, unter welchen die Erde ebenfalls abſinken kann, und wenn alsdann der Druck V vom Erdkörper ABZ größer als von ABR iſt, ſo iſt es der Sicherheit gemäß den Körper ABZ als drückende Maſſe in Rechnung zu bringen. Dies iſt der Fall, wenn bei den Berechnungen, der §. 162. für V gefundene Werth beibehalten wird. Setzt man die Reibung an der Wand $AB = o$, ſo wird $m = o$ und man erhält alsdann für eine vertikale Wand

$$N^2 = \frac{1}{[n + \sqrt{(n^2 + 1)}]^2}$$

oder, weil $\text{Tang}\,\alpha = n$ alſo $n^2 + 1 = \sec\alpha^2$,

$$N^2 = \frac{1}{(\tan\alpha + \sec\alpha)^2} = \frac{1}{\left(\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} + \frac{1}{\cos\alpha}\right)^2} = \frac{\cos\alpha^2}{(\sin\alpha + 1)^2}.$$

Aber es iſt $\cos\alpha^2 = 1 - \sin\alpha^2 = (1 + \sin\alpha)(1 - \sin\alpha)$, daher, wenn dieſer letzte Werth in die Gleichung geſetzt und abgekürzt wird, ſo erhält man

$$V = \tfrac{1}{2} eh^2 \frac{1 - \sin\alpha}{1 + \sin\alpha}$$

welches

welches der von Hrn. Woltmann (Beiträge, 3. Bd. S. 175) gefundene Ausdruck iſt, wenn auf die Reibung der Erde gegen die Mauer nicht Rückſicht genommen wird.

§. 166.

Bei der Beſtimmung des Werths von m iſt zu erwägen, daß die Mauer, beſonders an derjenigen Seite, welche gegen die Füllerde gekehrt iſt, ſehr uneben ausfällt, und daß die Vertiefungen, welche gegen die drückende Erde gekehrt ſind, mit derſelben ausgefüllt werden. Soll nun der Erdkörper von der Mauer abrutſchen, ſo läßt ſich dies ſo annehmen, als wenn ſich Erde auf Erde reibt, und man kann daher ohne Nachtheil $m = n$ ſetzen. Dies giebt

$$N = \frac{h + nb}{\frac{h}{a}\sqrt{[(n^2+1)(a^2 - nbh)]} + \sqrt{[nh(2nh - b)]}}.$$

Für eine vertikale Wand wird $b = o$ und $a = h$, alſo

$$N = \frac{1}{\sqrt{(n^2+1)} + n\sqrt{2}}.$$

Wäre die Erde eine vollkommen flüſſige Maſſe, ſo iſt $n = o$, alſo $N = 1$, daher $V = \frac{1}{2}eh^2$.

§. 167.

Will man die erforderliche Stärke der Futtermauern beſtimmen, ſo iſt es nothwendig, auf die ſchlimmſten Fälle zu rechnen, damit der Erddruck V nicht zu klein geſchätzt wird. Da nun bei der durchnäßten Erde der Böſchungswinkel $\alpha$ kleiner als bei trockner Erde wird, ſo darf derſelbe nicht zu groß genommen werden, weshalb hier im Durchſchnitt $\alpha = 30$ Grad geſetzt werden ſoll. Dies giebt $n = \text{Tang}\,\alpha = 0{,}577$, beinahe $= \frac{4}{7}$, und man erhält, wenn in den für N gefundenen allgemeinen Ausdruck $n = \frac{4}{7}$ geſetzt wird,

$$N = \frac{7 + \frac{4b}{h}}{\sqrt{\left[65\left(1 - \frac{4bh}{7a^2}\right)\right]} + 2\sqrt{\left(8 - \frac{7b}{h}\right)}}.$$

Für eine vertikale Wand wird $a = h$ und $b = o$, alſo

 N =

$$N = \frac{7}{\sqrt{65} + 4\sqrt{2}} = 0{,}5102 \text{ und}$$

$$N^2 = 0{,}2603.$$

In denjenigen Fällen, wo nicht die größte Genauigkeit erfordert wird, kann man in den Grenzen zwiſchen $\frac{b}{h} = 0$ und $\frac{b}{h} = \frac{3}{10}$ ſtatt des vorhin gefundenen Werths, den nachſtehenden Näherungsausdruck gebrauchen,

$$N^2 = 0{,}26 + \tfrac{1}{2}\frac{b}{h}\left(1 + \frac{b}{h}\right).$$

Nachſtehende Tafel enthält einige Werthe für N nach dem zuerſt gefundenen allgemeinen Ausdruck, wenn für $\frac{b}{h}$ ein beſtimmter Werth angenommen wird.

| $\frac{b}{h}$ | N | $N^2$ | $\frac{b}{h}$ | N | $N^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0,5102 | 0,2603 | 0,2 | 0,6199 | 0,3843 |
| 0,05 | 0,5341 | 0,2853 | 0,3 | 0,6688 | 0,4473 |
| 0,1 | 0,5591 | 0,3126 | 0,4 | 0,7305 | 0,5336 |
| 0,15 | 0,5850 | 0,3422 | 0,5 | 0,7947 | 0,6315 |

Weil durch das Verhältniß $\frac{b}{h}$ die Neigung der hintern Seite des Profils gegen den Horizont beſtimmt wird, ſo folgt hieraus, daß bei einerlei Neigung der hintern Seite eines Profils, der Werth von N unverändert bleibt, welches ſich auch ſchon aus dem allgemeinen Ausdruck für N abnehmen läßt.

Tafel XXXVI. Fig. 117.

## §. 168.

Der Mauer ABE, Figur 117. vertikale Höhe AC ſei h, und BC = b, ſo iſt der horizontale Erddruck gegen einen Theil AG, wozu die vertikale Höhe AH = y gehört, $= \frac{1}{2}ey^2N^2$ oder wenn dieſer Druck = V′ geſetzt wird

$$V' = \tfrac{1}{2}ey^2N^2$$

wo $N^2$ eine beſtändige Größe iſt, weil der Neigungswinkel der Mauer oder das Verhältniß $\frac{b}{h}$ unveränderlich bleibt. Das Moment des Drucks V′ für den Punkt E ſei M′, ſo iſt, wenn y um dy wächſt,

$$dM' = (h-y)\,dV' = eN^2\,(h-y)\,ydy$$

davon

davon das Integral giebt

$$M' = eN^2 \left(\tfrac{1}{2}h - \tfrac{1}{3}y\right) y^2$$

wo keine Konſtante hinzu kommt, weil $M'$ mit $y$ zugleich verſchwindet. Wird das Moment für die ganze Mauer $AB = M$ geſetzt, ſo iſt $y = h$, alſo das **Moment des Erddrucks gegen die Mauer AB**

$$M = \tfrac{1}{6}eh^3N^2$$ oder auch nach §. 162.

$$M = \tfrac{1}{3}hV.$$

Wird $CH = \tfrac{1}{3}h$ angenommen, ſo iſt

$$M = CH \,.\, V.$$

Weil nun durch $V$ der geſammte horizontale Erddruck bezeichnet wird, und eine Kraft $V$, in der Richtung $HG$ oder im Punkte $G$ angebracht, dem Erddruck das Gleichgewicht hält, ſo iſt $G$ der **Mittelpunkt des Erddrucks**, welcher über der Grundfläche der Mauer um den dritten Theil ihrer Höhe liegt. Der Erddruck gegen $AG$ iſt daher eben ſo groß als gegen $GB$, wovon man ſich leicht überzeugen kann.

Wäre die Füllerde eine **flüſſige Maſſe**, ſo iſt für jeden Werth von $b$, $V = \tfrac{1}{2}eh^2$, daher allgemein für dieſen Fall

$$M = \tfrac{1}{6}eh^3.$$

Unter der Vorausſetzung, daß **die Hinterwand der Mauer vertikal iſt**, erhält man das Moment des Erddrucks

$$M = \tfrac{1}{6}eh^3N^2,$$ oder, weil $N^2 = 0{,}2603$ iſt, ſo erhält man

$$M = 0{,}0434\,eh^3.$$

## §. 169.

Das Ausweichen der Futtermauern, wenn ſie nicht hinlänglich ſtark ſind, kann dadurch geſchehen, daß die Erde die Mauer horizontal fortſchiebt, oder daß ihr Obertheil überweicht und die Mauer umgeworfen wird. Der Fall, daß Mauern horizontal fortgeſchoben werden, iſt wegen der Kohäſion der Materialien, und wegen der bedeutenden Reibung, mit welcher ſie dem Fortſchieben widerſtehen, äußerſt ſelten, dagegen kommt das Ueberweichen nur zu oft vor und man kann daher annehmen, daß wenn eine übrigens fleißig erbauete Futtermauer gegen das Umwerfen geſichert iſt, ſo wird das Fortſchieben derſelben um ſo weniger zu befürchten ſeyn, wenn man bei Beſtimmung der Kraft, mit welcher die Mauer dem Umwerfen widerſteht, auf die Kohäſion des Mörtels, welcher die Mauerſteine verbindet, nicht Rückſicht nimmt. Dieſe Vorſicht iſt um ſo

ſo nothwendiger, da bei friſchen Mauern die Kohäſion nicht ſehr bedeutend iſt, auch zum Theil durch den Froſt aufgehoben werden kann, und weil es auf alle Fälle nothwendig wird, die Mauer etwas ſtärker auszuführen, als das Gleichgewicht für den Erddruck erfordert.

Wird daher die Stärke der Futtermauern unter der Vorausſetzung berechnet, daß ſolche lediglich durch ihr Gewicht dem Umwerfen widerſtehen ſollen, ohne die Kohäſion des Mörtels in Rechnung zu bringen, ſo iſt man gewiß, daß die hienach beſtimmten Abmeſſungen der Mauer zureichende Stärke ertheilen.

Nachſtehende Tafel enthält das Gewicht verſchiedener Baukörper und Erden für einen Kubikfuß dieſer Materialien in Berliner Pfunden, und zugleich das ſpecifiſche Gewicht derſelben, wobei aber zu bemerken iſt, daß die angegebenen Werthe nur als Durchſchnittszahlen aus mehreren Unterſuchungen anzuſehen ſind, weil hiebei keine vollſtändige Uebereinſtimmung zu erwarten iſt.

| Ein Kubikfuß | Pfund. | Spez. Gew. |
|---|---|---|
| Waſſer | $65\frac{15}{16}$ | 1,000 |
| Mauer von rüdersdorfer Kalkſteinen, trocken | 158 | 2,396 |
| Mauer von rüdersdorfer Kalkſteinen, friſch | $162\frac{1}{4}$ | 2,461 |
| Mauer von magdeburger Sandſteinen, trocken | 135 | 2,047 |
| Mauer von magdeburger Sandſteinen, friſch | 140 | 2,123 |
| Mauer von gebrannten Ziegeln, trocken | 105 | 1,593 |
| Mauer von gebrannten Ziegeln, friſch | 112 | 1,699 |
| rüdersdorfer roher Kalkſtein | 158 | 2,396 |
| gebrannter Ziegel | $104\frac{1}{2}$ | 1,584 |
| Feldſtein | 165 | 2,502 |
| trockner Kalkmörtel | 108 | 1,638 |
| friſcher Kalkmörtel | 118 | 1,789 |
| Sand, gemeiner, trocken | 108 | 1,638 |
| Sand aus Bächen | 125,3 | 1,900 |
| Sand mit Waſſer geſättigt | $128\frac{1}{4}$ | 1,945 |
| Lehm, fetter, trockner | 100 | 1,517 |
| Lehm, fetter, naſſer | 109,7 | 1,664 |
| lehmigte, feſtgeſtampfte Erde, trocken | 127,2 | 1,929 |
| lehmigte, feſtgeſtampfte Erde, naß | 136 | 2,063 |
| feſte Gartenerde, trocken | 107,5 | 1,630 |
| feſte Gartenerde, naß | 135 | 2,047 |
| trockne magere Erde. | 88,2 | 1,338 |

Das

Das Gewicht der naſſen Körper bezieht ſich auf die Menge derjenigen Feuchtigkeit, welche dieſe Körper annehmen, ohne daß ihr Umfang vergrößert wird.

§. 170.

Das Profil einer Futtermauer ſei ein **rechtwinklichtes Dreyeck** ABD Fig. 118. deſſen **vertikale Seite gegen die Erde gekehrt** iſt, und BD = x die Grundlinie, welche dieſes Profil bei einer Höhe AB = h erhalten muß, damit es gegen das Umwerfen geſichert iſt. Wird die Futtermauer wie bisher einen Fuß lang, oder das Profil einen Fuß dick angenommen, ſo iſt, wenn g das Gewicht von einem Kubikfuß Mauerwerk bezeichnet, das Gewicht dieſes Profils $= \frac{1}{2}ghx$, und weil ſich daſſelbe beim Umwerfen um den Punkt D drehen muß, die Vertikale durch den Schwerpunkt aber $\frac{2}{3}x$ von D abſteht, ſo wird das Moment des Profils $= \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3}ghx^2$. Dieſes ohne Rückſicht auf die Kohäſion des Mörtels dem Moment des Erddrucks gleich geſetzt (§. 168), gibt Tafel XXXVI. Fig. 118.

$$\tfrac{1}{3}ghx^2 = \tfrac{1}{6}eh^3N^2, \text{ alſo}$$

die geſuchte Grundlinie

$$x = hN\sqrt{\frac{e}{2g}}.$$

Für jede andere Höhe AB' = h' wäre die Grundlinie

$$x' = h'N\sqrt{\frac{e}{2g}}.$$

Aber $h : h' = x : x'$, folglich $x' = B'D'$; daher wird, weil dieſes eben ſo für jede andere Höhe gilt, ein dergleichen Profil ſo proportionirt ſeyn, daß es für alle horizontale Querſchnitte mit dem Erddruck im Gleichgewicht iſt, oder es iſt von **gleichförmigem Widerſtande**. Jedes andere Profil, welches eine vertikale Seite gegen die Erde kehrt, wird daher mehr Fläche einnehmen oder mehr Materialien erfordern, wenn es dem Erddruck das Gleichgewicht halten ſoll.

Für die Höhe h und Grundlinie x des Profils, ſei der Flächeninhalt deſſelben = F, ſo findet man

$$F = \tfrac{1}{2}h^2N\sqrt{\frac{e}{2g}}.$$

§. 171.

Das Profil der Futtermauer ABD Figur 119. ſei ein **rechtwinklichtes Dreyeck**, welches die **ſchiefe Seite** AB **gegen die Füllerde kehrt**, ſo iſt das Fig. 119.

Gewicht

Gewicht des Profils, wenn AD = h und BD = x iſt, = $\frac{1}{2}ghx$. Die Vertikallinie durch den Schwerpunkt iſt $\frac{1}{3}x$ von D entfernt, daher das Moment des Profils = $\frac{1}{6}ghx^2$. Wird BC vertikal gezogen, ſo drückt außer der
Tafel XXXVI. Fig. 119. Mauer ABD auch noch das Stück Erde ABC lothrecht auf die Grundfläche BD. Das Gewicht dieſer Erde iſt = $\frac{1}{2}ehx$; die Vertikallinie durch ihren Schwerpunkt iſt $\frac{2}{3}x$ von D entfernt, daher iſt ihr Moment = $\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2}ehx^2$. Beide Momente $\frac{1}{6}ghx^2 + \frac{1}{3}ehx^2$ müſſen dem Momente des horizontalen Erddrucks (§. 168) gleich ſeyn, alſo

$$\frac{1}{6}ghx^2 + \frac{1}{3}ehx^2 = \frac{1}{6}eh^2N^2, \text{ oder}$$

$$\left(\frac{g}{e} + 2\right) x^2 = h^2N^2, \text{ oder}$$

$$x = \frac{hN}{\sqrt{\left(\frac{g}{e} + 2\right)}}.$$

Da nun N für einerlei Neigung der Seite AB unveränderlich bleibt, ſo läßt ſich von dieſem Profil eben ſo wie im vorigen §. beweiſen, daß daſſelbe von gleichförmigem Widerſtande ſei.

Nach §. 167. iſt, wenn x nicht größer als $\frac{1}{10}$ angenommen wird, $N^2 = 0{,}26 + \frac{1}{2}\frac{x}{h} + \frac{1}{2}\frac{x^2}{h^2}$, daher

$$x = \frac{h}{\sqrt{\left(\frac{g}{e} + 2\right)}} \sqrt{\left(0{,}26 + \frac{1}{2}\frac{x}{h} + \frac{1}{2}\frac{x^2}{h^2}\right)} \text{ und hieraus}$$

$$x = \frac{h \pm h\sqrt{\left(7{,}24 + 4{,}16\,\frac{g}{e}\right)}}{4\left(\frac{1}{2} + \frac{g}{e}\right)},$$

wo nur das oberſte Zeichen vor der Wurzel gelten kann, weil ſonſt x negativ wird.

Für den Flächeninhalt des Profils findet man

$$F = \frac{1}{2}hx = \frac{1 + \sqrt{\left(7{,}24 + 4{,}16\,\frac{g}{e}\right)}}{8\left(\frac{1}{2} + \frac{g}{e}\right)} h^2.$$

§. 172.

Damit die Futtermauern dem größten Erddruck widerſtehen können, darf man das Gewicht der Erde nicht zu klein in Rechnung bringen, man wird daher als einen zureichenden und ſichern Werth für die am meiſten vorkommenden Fälle

$$\frac{e}{g} = 1 \text{ oder } e = g$$

annehmen können, wobei man verſichert bleibt, daß die Futtermauern keine zu geringe Abmeſſungen erhalten, wenn N nach §. 167. beſtimmt wird.

Nach den allgemeinen Ausdrücken, welche in den beiden letzten §§. für die Grundlinien dreieckigter Profile gefunden worden, findet man bei einem dreieckigten Profil, deſſen vertikale Seite gegen die Füllerde gekehrt iſt, wenn x die Grundlinie des Dreiecks, F aber den Flächeninhalt deſſelben bezeichnet,

$$x = 0{,}5102\,h\sqrt{\tfrac{1}{2}} = 0{,}3608\,h$$

$$F = \tfrac{1}{2}xh = 0{,}1804\,h^2$$

Iſt hingegen die vertikale Seite des dreieckigten Profils nach außen gekehrt, ſo erhält man für $\frac{g}{e} = 1$

$$x = \frac{1 + \sqrt{11{,}4}}{10}h = 0{,}4377\,h \text{ und}$$

$$F = 0{,}2188\,h^2.$$

§. 173.

Das Profil einer Mauer ſei ein Rechteck ABDE Figur 120; $AB = h$, $BD = x$, ſo iſt das Gewicht des Profils für die einfüßige Dicke $= ghx$; das Moment $\frac{1}{2}ghx^2$, alſo §. 168. Tafel XXXVI. Fig. 102.

$$\tfrac{1}{2}ghx^2 = \tfrac{1}{6}eh^3N^2, \text{ folglich}$$

$$x = hN\sqrt{\frac{e}{3g}}.$$

Für $\frac{e}{g} = 1$ wird

$$x = 0{,}5102\,h\sqrt{\tfrac{1}{3}} = 0{,}2946\,h, \text{ beinahe } = \tfrac{7}{24}h \text{ und}$$

$$F = hx = 0{,}2946\,h^2.$$

Vergleicht man die hier gefundenen Werthe für den Flächeninhalt der Profile mit denen des vorigen §., ſo läßt ſich überſehen, welche bedeutende Vortheile

die nach oben zugeſpitzten Profile gegen die rechtwinklichten haben, weil ſie, um eben ſo viel Widerſtand gegen den Erddruck zu äußern, nur etwa $\frac{5}{8}$ ſo viel Flächeninhalt erfordern, ſo daß durch die Anwendung dreieckigter Profile, $\frac{3}{8}$ der Materialien gegen rechtwinklichte erſpart werden könnten. Da es aber in der Ausübung nicht ſtatthaft iſt, die Futtermauern nach oben zugeſchärft zu erbauen, auch ſchon deshalb eine merkliche Oberbreite erfordert wird, wenn in gleicher Höhe mit der Krone der Futtermauer ein Steinpflaſter angelegt werden ſoll, ſo kann man dieſen Vortheil nicht ganz benutzen. Gewöhnlich nimmt man zur Ober- oder Kronenbreite der Futtermauer den vierten bis ſechsten Theil ihrer Höhe, weshalb in den folgenden Rechnungen **die Oberbreite der Mauer dem ſechsten Theil ihrer Höhe oder $= \frac{1}{6}h$,** angenommen werden ſoll.

Was die vordere Böſchung der Futtermauern betrifft, ſo iſt unſer Klima von der Beſchaffenheit, daß es nicht rathſam iſt, eine große äußere Böſchung anzunehmen. Bei Werkſtücken nimmt man nicht leicht die Ausladung der Böſchung (§. 101) größer als den achten Theil ihrer Höhe an, und bei gebrannten oder Ziegelſteinen iſt es deshalb nicht rathſam, mehr als $\frac{1}{24}$ der Höhe zur Ausladung zu nehmen, weil bei übrigens guten Ziegeln, dennoch die Menge der Fugen bei einer flächern Böſchung ſehr leicht zur Auswitterung der Steine und des Mörtels Gelegenheit geben. In ſehr vielen Fällen erhält die Vorderſeite der Futtermauer gar keine Böſchung.

## §. 174.

Tafel XXXVI. Fig. 121. Die Hinterſeite AB Fig. 121. eines trapezförmigen Profils ſei vertikal, die Höhe EG $= h$, die Ausladung der äußern Böſchung DG $= kh$, wo $k$ irgend einen Bruch bedeutet; man ſucht die Oberbreite AE $= x$, damit das Profil ABDE dem horizontalen Erddruck gegen AB, hinlänglichen Widerſtand leiſte.

Das Moment des Dreiecks DGE in Abſicht des Punkts D iſt

$$= \tfrac{2}{3}kh \,.\, \tfrac{1}{2}kh^2g = \tfrac{1}{3}k^2gh^3$$

und das Moment des Rechtecks ABGE

$$= (kh + \tfrac{1}{2}x)\, hxg.$$

Beide Momente müſſen dem Moment des Erddrucks $\frac{1}{6}eh^3N^2$ (§. 170.) gleich ſeyn. Aber $N^2 = 0{,}2603$, §. 167, daher

$$\tfrac{1}{3}k^2gh^3 + kgh^2x + \tfrac{1}{2}ghx^2 = \tfrac{1}{6} \,.\, 0{,}2603\, eh^3.$$

Hieraus findet man, wenn $\frac{e}{g} = 1$ geſetzt wird

$x^2$

$x^2+2khx+\frac{2}{3}k^2h^2-0{,}0868h^2=0$ folglich die Oberbreite

$x=[-k+\sqrt{(\frac{1}{3}k^2+0{,}0868)}]h$

Wird die Unterbreite des Profils oder $DB=u$ geſetzt, ſo erhält man

$u=kh+x=h\sqrt{(\frac{1}{3}k^2+0{,}0868)}$

und den Flächeninhalt des Profils

$F=\frac{1}{2}(x+u)h.$

Um die verſchiedenen Werthe für die Oberbreite $x$, die Unterbreite $u$ und den Flächeninhalt $F$ beſſer zu überſehen, wenn $k$ geändert wird, kann nachſtehende Tafel dienen.

| k | $\frac{1}{48}$ | $\frac{1}{24}$ | $\frac{1}{18}$ | $\frac{1}{12}$ | $\frac{1}{8}$ | $\frac{1}{7}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| x | 0,2740 h | 0,2540 h | 0,2409 h | 0,2152 h | 0,1784 h | 0,1642 h |
| u | 0,2948 h | 0,2956 h | 0,2964 h | 0,2985 h | 0,3034 h | 0,3070 h |
| F | 0,2844 $h^2$ | 0,2748 $h^2$ | 0,2686 $h^2$ | 0,2568 $h^2$ | 0,2409 $h^2$ | 0,2356 $h^2$ |

## §. 175.

In einem trapezförmigen mit einer Hinterböſchung verſehenen Profile, ABDE Figur 122. deſſen Höhe $AC=h$, Oberbreite $AE=\frac{1}{6}h$, Ausladung $DG=kh$ gegeben iſt, wo $k$ irgend einen Bruch bedeutet, ſucht man die innere Ausladung $BC=y$, damit ſolches dem Erddruck hinlänglichen Widerſtand leiſte. Tafel XXXVI. Fig. 80.

Das Moment des Dreiecks EGD in Abſicht des Punkts D iſt

$=\frac{2}{3}kh.\frac{1}{2}kgh^2=\frac{1}{3}k^2gh^3$

Für das Moment des Rechtecks ACGE findet man

$(kh+\frac{1}{12}h)\frac{1}{6}h^2g=\frac{1}{6}(k+\frac{1}{12})gh^3$

und für das Dreieck ABC iſt das Moment

$g(kh+\frac{1}{6}h+\frac{1}{3}y)\frac{1}{2}hy$

Ferner drückt auf die Seite AB eine Erdmaſſe von dem Inhalt des Dreiecks $ABC=\frac{1}{2}hy$ vertikal unterwärts, deren Moment in Abſicht des Punkts D

$=e(kh+\frac{1}{6}h+\frac{2}{3}y)\frac{1}{2}hy$

iſt. Werden alle vier Momente zuſammen genommen, ſo müſſen ſolche dem Moment des horizontalen Erddrucks gleich ſeyn. Dieſes iſt §. 168.

$=\frac{1}{6}eh^3N^2$ alſo

$\frac{1}{3}k^2gh^3+\frac{1}{6}g(k+\frac{1}{12})h^3+\frac{1}{2}g(kh+\frac{1}{6}h+\frac{1}{3}y)hy+\frac{1}{2}e(kh+\frac{1}{6}h+\frac{2}{3}y)hy=\frac{1}{6}eh^3N^2$

wird für N ſein Werth nach §. 167. geſetzt, und die Gleichung nach den Po-

tenzen von y geordnet, ſo erhält man für $\frac{e}{g} = 1$ nachſtehende Gleichung

$$y^2 + \tfrac{1}{5}(12k + 1)hy + \tfrac{2}{5}(2k^2 + k - 0{,}1767)h^2 = 0$$

und hieraus die Ausladung der Hinterböſchung

$$y = -\frac{12k+1}{10}h + \tfrac{2}{5}h\sqrt{(4k^2 - k + 0{,}5042)}$$

Setzt man die Unterbreite des Profils, DB $= u$ und den Flächeninhalt deſſelben $= F$, ſo iſt BD $= u = kh + \frac{1}{6}h + y$ $F = \frac{1}{2}kh^2 + \frac{1}{6}h^2 + \frac{1}{2}yh = \frac{1}{2}(kh + \frac{1}{3}h + y)h$ und man erhält für verſchiedene Werthe von k nachſtehende Tafel

| K = | 0 | $\frac{1}{24}$ | $\frac{1}{18}$ | $\frac{1}{12}$ | $\frac{1}{8}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Hintere Ausladung y | 0,1840 h | 0,1245 h | 0,1050 h | 0,0679 h | 0,0166 h |
| Unterbreite u | 0,3507 h | 0,3328 h | 0,3271 h | 0,3178 h | 0,3083 h |
| Flächeninhalt F | 0,2586 $h^2$ | 0,2497 $h^2$ | 0,2468 $h^2$ | 0,2422 $h^2$ | 0,2375 $h^2$ |

## §. 176.

Sehr häufig gibt man den Hinterwänden der Futtermauern keine Böſchung, ſondern man bringt ſtatt derſelben eine **Fußbank** (Banquette) an, wie BC
Tafel XXXVI. Fig. 123. FG Figur 123. Für dieſen Fall findet man, wenn $\frac{e}{g} = 1$ angenommen wird, eben ſo wie §. 173. die Unterbreite BD $=$

$$x = 0{,}2946h.$$

Nimmt man nun die Oberbreite AE $= \frac{1}{6}h$ ſo wird die **Breite der Fußbank** oder

$$BC = 0{,}128h \text{ oder beinahe } = \tfrac{1}{8}h$$

Sofern das Mauerwerk der Fußbank BG hinlänglich feſt mit der übrigen Futtermauer verbunden iſt, ſo ſcheint es für den Fall, daß $e = g$ wird, gleichgültig zu ſeyn, welche Höhe BG die Fußbank erhält. Allein da für die Höhe AF die Stärke der Mauer bei HF noch zureichend ſeyn muß, ſo darf BG nicht zu klein genommen werden. Soll die Stärke HF hinlänglichen Widerſtand für den Erddruck von der Höhe AF leiſten, ſo wird nach §. 173. erfordert, daß

HF

$HF = \frac{7}{24}.AF$ iſt; aber $HF = \frac{1}{6}h$, daher $AF = \frac{4}{7}h$, folglich die nöthige Höhe der Fußbank oder

$$BG = \frac{3}{7}h .$$

Hienach iſt bei einem rechtwinklichten Profil mit einer Fußbank, wenn die Höhe der Mauer $= h$ iſt

| | |
|---|---|
| die obere Breite derſelben | $= \frac{1}{6}h$ |
| die Unterbreite — — | $= \frac{7}{24}h$ |
| die Breite der Fußbank | $= \frac{1}{8}h$ |
| die Höhe derſelben | $= \frac{3}{7}h.$ |

## §. 177.

Erhält die Vorderſeite des Profils eine Böſchung und man ſoll an der Hinterſeite eine Fußbank anlegen, ſo iſt für $\frac{e}{g} = 1$, die Unterbreite des Profils DB Figur 124. oder §. 174. Tafel XXXVI. Fig. 124.

$$u = h \surd (\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}0868)$$

Damit aber die Mauer bei FI noch zureichend ſtark für den horizontalen Erddruck auf die Höhe AF iſt, ſo ſetze man $AF = h'$ und $IF = u'$, ſo muß §. 174.

$$u' = h' \surd (\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}0868) \text{ ſeyn.}$$

Aber $FG' = AE = \frac{1}{6}h$ und $IG' = kh'$, daher auch

$$u' = kh' + \tfrac{1}{6}h \text{ folglich}$$

$$kh' + \tfrac{1}{6}h = h' \surd (\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}0868) \text{ oder}$$

$$h' = \frac{\frac{1}{6}h}{\surd (\frac{1}{3}k^2 + 0{,}0868) - k}$$

Nun iſt $FC = h - h'$ daher die Höhe der Fußbank oder

$$FC = h - \frac{\frac{1}{6}h}{\surd (\frac{1}{3}k^2 - 0{,}0868) - k}$$

Ferner iſt $DC = DG + GC = kh + \frac{1}{6}h$ alſo

$BC = BD - DC = u - (k + \frac{1}{6})h$, oder man findet die Breite der Fußbank

$$BC = h[\surd (\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}0868) - \tfrac{1}{6} - k]$$

Es iſt daher, wenn

$$\surd (\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}0868) = A$$

geſetzt wird:

die Höhe der Mauer . . . $= h$

die

die Oberbreite . . . . . $=\frac{1}{6}h$
die Ausladung der äuſſern Böſchung . $=kh$
die Unterbreite u . . . . . $=Ah$
die Höhe der Fußbank . . . $=\left(1-\frac{1}{6(A-k)}\right)h$
die Breite der Fußbank . . . $=(A-k-\frac{1}{6})\,h$

Mit Hülfe dieſer allgemeinen Ausdrücke, erhält man nach der Verſchiedenheit der Böſchungen, nachſtehende Tafel

| K | 0 | $\frac{1}{24}$ | $\frac{1}{18}$ | $\frac{1}{12}$ | $\frac{1}{8}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Unterbreite | 0,2946 h | 0,2956 h | 0,2964 h | 0,2985 h | 0,3034 h |
| Höhe der Fußbank | 0,4345 h | 0,3439 h | 0,3082 h | 0,2255 h | 0,0658 h |
| Breite der Fußbank | 0,1280 h | 0,0874 h | 0,0742 h | 0,0486 h | 0,0118 h |
| Flächeninhalt F | 0,2222 $h^2$ | 0,2175 $h^2$ | 0,2173 $h^2$ | 0,2193 $h^2$ | 0,2299 $h^2$ |

## §. 178.

Tafel XXXVI. Fig. 125. Iſt die Vorderſeite des Profils mit einer Böſchung verſehen und man will an der Hinterſeite zwei Fußbänke anlegen, ſo erhält man für EA Figur 125. $=\frac{1}{6}h$, wenn die Bezeichnung §. 177., ſo wie die im vorigen §. von A gegebene Bedeutung beibehalten wird,

die Unterbreite BD oder
$u = Ah.$

Setzt man ferner $AF = h'$ und $AN = h''$, ſo iſt ebenfalls

$$AF = h' = \frac{\frac{1}{6}h}{A-k}$$

Nimmt man an daß beide Fußbänke gleich breit ſeyn ſollen, ſo erhält man

$$FH = KL = \tfrac{1}{2}BC = \tfrac{1}{2}(BD - DC)$$
$$= \tfrac{1}{2}(Ah - kh - \tfrac{1}{6}h)$$

Für die Höhe $AN = h''$ wird erfordert (§. 174.) daß die Unterbreite
$MK = A\,.\,h''$ ſei.

Es iſt aber auch:
$MK = MN + FH$ und weil
$MN = kh'' + \frac{1}{6}h$, ſo wird

MK

$$MK = kh'' + \tfrac{1}{6}h + \tfrac{1}{2}(Ah - kh - \tfrac{1}{6}h)$$

Beide Werthe von MK einander gleich geſetzt, gibt:

$$h'' = \tfrac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{6(A-k)}\right)h$$

Ferner iſt

$$FN = AN - AF = h'' - h' = \tfrac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{6(A-k)}\right)h - \frac{1}{6(A-k)}h$$

und man findet die Höhe der oberſten Fußbank, oder

$$FN = \tfrac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{6(A-k)}\right)h.$$

Für die unterſte Fußbank iſt

$$NC = AC - AN = h - h'' = h - \tfrac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{6(A-k)}\right)h$$

oder

$$NC = \tfrac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{6(A-k)}\right)h$$

alſo erhalten beide Fußbänke gleiche Höhe.

Wenn daher

die Höhe des Profils . . . . $= h$

die Oberbreite . . . . . $= \tfrac{1}{6}h$

die Ausladung der äußern Böſchung . . . $= kh$

geſetzt werden, ſo iſt für zwei Fußbänke:

die Unterbreite . . . . $= Ah$

die Höhe einer jeden Fußbank. $= \tfrac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{6(A-k)}\right)h$

die Breite einer jeden Fußbank $= \tfrac{1}{2}(A - k - \tfrac{1}{6})h$

und man erhält, wenn F den Flächeninhalt des Profils bezeichnet, für verſchiedene Werthe von k nachſtehende Tafel

| $k =$ | 0 | $\frac{1}{24}$ | $\frac{1}{18}$ | $\frac{1}{12}$ | $\frac{1}{8}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Unterbreite | 0,2947 h | 0,2956 h | 0,2964 h | 0,2985 h | 0,3033 h |
| Höhe jeder Fußbank | 0,2172 h | 0,1719 h | 0,1541 h | 0,1127 h | 0,0329 h |
| Breite jeder Fußbank | 0,0641 h | 0,0437 h | 0,0371 h | 0,0243 h | 0,0059 h |
| Flächeninhalt F | 0,2084 $h^2$ | 0,2100 $h^2$ | 0,2115 $h^2$ | 0,2166 $h^2$ | 0,2297 $h^2$ |

§. 179.

## §. 179.

Statt der Fußbänke werden auch öfter an der inwendigen Seite der Futtermauern Strebepfeiler (Contreforts) angebracht, um dadurch die Mauern bei einem geringern Aufwande von Materialien gegen das Umwerfen zu ſichern, als bei geraden Mauern ohne Strebepfeiler erforderlich wären. Man hat verſchiedene Geſtalten für dieſe Strebepfeiler in Vorſchlag gebracht und verlangt daß ſie im horizontalen Durchſchnitt ein Rechteck wie ABCD Figur 126. oder ein Trapez wie EFGH oder IKLM bilden ſollen. Setzt man, daß bei den drei angeführten Pfeilern die horizontalen Querſchnitte und auch die Längen derſelben einander gleich ſind, ſo läßt ſich leicht einſehen, daß zum Umwerfen eines Pfeilers wie EG die meiſte, wie AC weniger und wie IL noch weniger Kraft erfordert wird. In dieſer Hinſicht müßte man alſo den Pfeiler EG wählen. Weil aber den Erfahrungen gemäß die Pfeiler gewöhnlich an ihrer Wurzel bei EH ſich ablöſen, ſo ſucht man vielmehr den Pfeiler an derſelben zu verſtärken, weshalb die Geſtalt EFGH nicht zu wählen iſt. Die meiſte Stärke an der Wurzel beſitzt zwar der Pfeiler IL, ob er gleich dem Umwerfen weniger als AC widerſtehet; beim Baue dieſer Pfeiler, beſonders von gebrannten Steinen, entſteht aber der Nachtheil, daß ſehr viel Steine verhauen oder eigene Ziegel geſtrichen werden müſſen, wenn man einen tüchtigen Verband mit dem übrigen Theil der Mauer erhalten will. Es iſt daher am zuträglichſten und dient zugleich zur Erleichterung der Arbeit bei der Ausführung, wenn zum Querſchnitt der Pfeiler ein Rechteck angenommen wird, und damit hinlängliche Feſtigkeit an der Wurzel entſtehe, darf die Breite AD des Pfeilers nicht zu klein ausfallen. Bei den folgenden Berechnungen wird die Breite der Pfeiler dem fünften Theile von der Höhe der Futtermauer gleich geſetzt werden.

Tafel XXXVI. Fig. 126.

Je größer die Länge AB des Pfeilers iſt, deſto mehr widerſteht derſelbe dem Umwerfen und es läßt ſich beweiſen, daß unter übrigens gleichen Umſtänden, bei einer größern Länge der Pfeiler, nicht nur die Entfernungen derſelben von einander größer werden können, ſondern auch alsdann weniger Materialien erforderlich ſind. Weil aber bei einer zu großen Länge der Pfeiler, ſehr leicht ein Ablöſen derſelben an der Wurzel entſteht, ſo iſt es nicht anzurathen, die Pfeiler länger als den vierten Theil der Höhe der Futtermauer ($=\frac{1}{4}h$) anzunehmen.

§. 180.

§. 180.

An einer Futtermauer, deren Höhe h und Ausladung der Vorderböſchung $= kh$ iſt, ſollen grade Strebepfeiler angebracht werden, deren Länge AB, Fig. 127., $= \frac{1}{4}h$, Breite BC $= \frac{1}{5}h$ und lichte Entfernung von einander oder DF $= h$ iſt; man ſucht die Oberbreite der Mauer HF $= x$, damit ſie dem Erddruck hinlänglichen Widerſtand leiſte. Taf. XXXVI. Fig. 127.

Das Gewicht eines Pfeilers iſt $= \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{5}gh^3$ und das Moment deſſelben

$$(kh + x + \tfrac{1}{8}h) \cdot \tfrac{1}{20}gh^3.$$

Das Gewicht der Mauer AEHF, deren Länge EH $= \frac{6}{5}h$ iſt, wird gefunden

$$g \cdot \tfrac{6}{5}h^2 (\tfrac{1}{2}kh + x) = \tfrac{3}{5}gkh^3 + \tfrac{6}{5}gh^2x$$

und hievon die Momente

$$\tfrac{2}{3}kh \cdot \tfrac{3}{5}gkh^3 + (kh + \tfrac{1}{2}x)\tfrac{6}{5}gh^2x = \tfrac{2}{5}gk^2h^4 + \tfrac{3}{5}g(2kh + x)h^2x.$$

Das Moment des horizontalen Erddrucks auf die Länge eines Fußes der Mauer iſt $= \frac{1}{6}eh^3N^2$ (§. 168), alſo auf die Länge EH $= \frac{6}{5}h$

$$\tfrac{1}{6}eh^3N^2 \cdot \tfrac{6}{5}h = \tfrac{1}{5}eh^4N^2$$

und weil dieſes Moment den drei Momenten des Mauerwerks gleich ſeyn muß, ſo iſt

$$\tfrac{1}{20}g(kh + \tfrac{1}{8}h + x)h^3 + \tfrac{2}{5}gk^2h^4 + \tfrac{3}{5}g(2kh + x)h^2x = \tfrac{1}{5}eh^4N^2.$$

Für $N^2 = 0{,}2603$ und $\frac{e}{g} = 1$ erhält man, wenn die Gleichung nach x geordnet wird

$$x^2 + (2k + \tfrac{1}{12})hx + (\tfrac{2}{3}k^2 + \tfrac{1}{12}k - 0{,}07635)h^2 = 0$$

und hieraus die geſuchte Oberbreite der Futtermauer

$$x = -(k + \tfrac{1}{24})h + h\sqrt{(0{,}07809 + \tfrac{1}{3}k^2)}.$$

Für $k = 0$ erhält man die Oberbreite der Mauer

$$x = 0{,}2378\,h.$$

Für $k = \frac{1}{24}$ iſt $x = 0{,}1972\,h$.

Für $k = \frac{1}{18}$ iſt $x = 0{,}1841\,h$.

Für $k = \frac{1}{12}$ iſt $x = 0{,}1586\,h$.

Für $k = \frac{1}{8}$ iſt $x = 0{,}1222\,h$.

Noch iſt zu bemerken, daß zur Vereinfachung der Rechnung auf die Reibung, welche zwiſchen der Erde und den beiden Seitenflächen des Strebepfeilers entſteht, nicht Rückſicht genommen iſt, weil ſolche bei den angenommenen Vorausſetzungen ſehr wohl aus der Acht gelaſſen werden konnte.

Damit der körperliche Inhalt, welcher zu einer Futtermauer mit Strebepfeilern erfordert wird, mit den übrigen Futtermauern verglichen werden könne, ſo iſt noch auszumitteln, wie viel Mauerwerk im Durchſchnitt auf jeden Fuß

von der Länge der Futtermauer kommt. Die Fläche dieſes einen Fuß dicken Körpers ſei F, ſo kann ſolche dadurch beſtimmt werden, daß der Inhalt der Futtermauer zwiſchen zwei Pfeilern, nebſt dem Inhalt eines Pfeilers und der dazu gehörigen Mauer, durch die Länge $\frac{6}{5}h$ dividirt wird.

Nun iſt der Inhalt der Mauer zwiſchen zwei Pfeilern

$$(\tfrac{3}{5}kh + \tfrac{6}{5}x)\,h^2;$$

der Inhalt eines Pfeilers und der dazu gehörigen Mauer

$$= \tfrac{1}{20}h^3$$

daher findet man den äquirten Flächeninhalt

$$F = \frac{\frac{3}{5}kh + \frac{6}{5}x + \frac{1}{20}h}{\frac{6}{5}h}\,h^2$$

$$= (\tfrac{1}{2}kh + \tfrac{1}{24}h + x)\,h.$$

Für $k = 0$ iſt $F = 0{,}2795\,h^2$.

Für $k = \frac{1}{24}$ iſt $F = 0{,}2597\,h^2$.

Für $k = \frac{1}{18}$ iſt $F = 0{,}2536\,h^2$.

Für $k = \frac{1}{12}$ iſt $F = 0{,}2419\,h^2$.

Für $k = \frac{1}{8}$ iſt $F = 0{,}2264\,h^2$.

## §. 181.

Weil die für F oder die Profilfläche gefundenen Werthe die beſte Ueberſicht geben, in welchem Verhältniſſe bei einem gewählten Profile mehr Materialien als bei einem andern erfordert werden, ſo wird ſich aus nachſtehender Zuſammenſtellung am beſten beurtheilen laſſen, in welchem Verhältniſſe dieſe Werthe gegen einander ſtehen.

§.

| §. | Vorderböſch. k | Oberbreite | Unterbreite | bei einer Fußbank | | bei zwei Fußbänken | | Entfernung der Strebepfeiler | Inhalt des Profils F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Höhe | Breite | Höhe | Breite | | |
| 173. | 0 | 0,2946 | 0,2946 | — | — | — | — | — | 0,2946 |
| 174. | 1/24 | 0,2540 | 0,2956 | — | — | — | — | — | 0,2748 |
| | 1/18 | 0,2409 | 0,2964 | — | — | — | — | — | 0,2686 |
| | 1/12 | 0,2152 | 0,2985 | — | — | — | — | — | 0,2568 |
| | 1/8 | 0,1784 | 0,3034 | — | — | — | — | — | 0,2409 |
| 175. | 0 | 0,1666 | 0,3507 | — | — | — | — | — | 0,2586 |
| | 1/24 | 0,1666 | 0,3328 | — | — | — | — | — | 0,2497 |
| | 1/18 | 0,1666 | 0,3271 | — | — | — | — | — | 0,2468 |
| | 1/12 | 0,1666 | 0,3178 | — | — | — | — | — | 0,2422 |
| | 1/8 | 0,1666 | 0,3083 | — | — | — | — | — | 0,2375 |
| 177. | 0 | 0,1666 | 0,2947 | 0,4345 | 0,1281 | — | — | — | 0,2222 |
| | 1/24 | 0,1666 | 0,2956 | 0,3439 | 0,0874 | — | — | — | 0,2175 |
| | 1/18 | 0,1666 | 0,2964 | 0,3082 | 0,0742 | — | — | — | 0,2173 |
| | 1/12 | 0,1666 | 0,2985 | 0,2255 | 0,0486 | — | — | — | 0,2193 |
| | 1/8 | 0,1666 | 0,30 4 | 0,0658 | 0,0118 | — | — | — | 0,2299 |
| 178. | 0 | 0,1666 | 0,2946 | — | — | 0,2172 | 0,0640 | — | 0,2084 |
| | 1/24 | 0,1666 | 0,2956 | — | — | 0,1719 | 0,0437 | — | 0,2100 |
| | 1/18 | 0,1666 | 0,2964 | — | — | 0,1541 | 0,0371 | — | 0,2115 |
| | 1/12 | 0,1666 | 0,2985 | — | — | 0,1127 | 0,0243 | — | 0,2166 |
| | 1/8 | 0,1666 | 0,3034 | — | — | 0,0329 | 0,0059 | — | 0,2297 |
| 180. | 0 | 0,2378 | 0,2378 | — | — | — | — | 1,0000 | 0,2795 |
| | 1/24 | 0,1972 | 0,2388 | — | — | — | — | 1,0000 | 0,2597 |
| | 1/18 | 0,1841 | 0,2396 | — | — | — | — | 1,0000 | 0,2536 |
| | 1/12 | 0,1586 | 0,2419 | — | — | — | — | 1,0000 | 0,2419 |
| | 1/8 | 0,1222 | 0,2472 | — | — | — | — | 1,0000 | 0,2264 |

wobei noch zu bemerken iſt, daß die Zahlen der letzten vertikalen Spalte mit $h^2$ die übrigen Zahlen aber mit h multiplicirt werden müſſen, wenn h wie bisher die Höhe der Futtermauer bezeichnet.

Bei dieſer Tafel iſt auf keinen Gegendruck auf die Vorderböſchung Rückſicht genommen; denn weil derſelbe gewöhnlich nur vom Waſſer entſteht, dieſes aber in den meiſten Fällen eine abwechſelnde Höhe hat, auch Veranlaſſung zur Erweichung der Füllerde giebt, wodurch ihr horizontaler Druck gegen die Futtermauer vermehrt wird, ſo ſcheint es rathſam zu ſeyn, den Gegendruck, welcher vom Waſſer entſteht, nicht in Abrechnung zu bringen.

§. 182.

Die bisher unterſuchten Fälle beziehn ſich lediglich darauf, daß außer dem Druck der Erde, welche nicht höher als die Futtermauer angenommen iſt, kein fremder Druck innerhalb derjenigen Grenzen, wo die Erde noch auf die Futtermauer wirkt, vorhanden ſei. Weil aber ſehr häufig an den Ufern der Flüſſe und Kanäle, wo Futtermauern erbaut ſind, längs denſelben Straßen oder Ablageplätze zu Kaufmannsgütern angelegt werden, ſo iſt auch in ſolchen Fällen nach Verhältniß der Laſt eine größere Stärke der Mauer nöthig, damit ſie dieſer Laſt und dem Druck der Erde gehörig widerſtehe. Bei einer nahe an der Futtermauer anzulegenden Straße iſt es ſchwer, die Belaſtung in Anſchlag zu bringen, welche das Fahren der Wagen verurſacht, und noch ſchwieriger wird die Beſtimmung der Abmeſſungen dieſer Mauern, wenn auf die Erſchütterungen, welche vom ſchnellen Fahren der Wagen entſtehen, Rückſicht genommen werden ſoll. Je höher die Futtermauer iſt, deſto nachtheiliger wird die Erſchütterung, und deſto weiter erſtreckt ſich, wegen §. 164., der Raum auf der Oberfläche der Erde, auf welchem Belaſtungen noch gegen die Mauer drücken. Um für dergleichen nicht genau zu beſtimmende Fälle den Futtermauern die nöthige Stärke zu geben, wird es zureichen, die drückende Erde ſo in Rechnung zu bringen, als wenn ihr Gewicht um die Hälfte größer wäre, als das Gewicht eines eben ſo großen Körpers von der Futtermauer, oder daß $\frac{3}{2}g = e$ iſt. In beſondern Fällen, wenn die Größe der Belaſtung gegeben iſt, muß eine eigene Rechnung geführt werden. Wegen der mehrern Stärke, welche die Futtermauern erhalten, wenn $e = \frac{3}{2}g$ geſetzt wird, ſoll bei allen folgenden Rechnungen die Oberbreite dem fünften Theile der Höhe gleich geſetzt werden, in ſo fern dieſe Breite nicht aus andern Umſtänden beſtimmt wird.

§. 183.

Tafel XXXVI. Fig. 120. Hat die Mauer zum Profil ein Rechteck, Fig. 120., ſo iſt nach §. 173, wenn $\frac{3}{2}g$ ſtatt e geſetzt wird, die Breite der Mauer oder

$$x = hN\sqrt{\frac{e}{2g}} = 0{,}5102\,h\sqrt{\tfrac{3}{4}}$$

$$= 0{,}3608\,h$$

und der Flächeninhalt des Profils

$$F = 0{,}3608\,h^2.$$

Bei

Bei einem trapezförmigen Profil ſei die Hinterſeite ſenkrecht, ſo findet man mit Beibehaltung der Bezeichnung §. 174.

$$x^2 + 2khx + \frac{2}{3}k^2 \cdot h^2 - 0{,}13015\,h^2 = 0$$

und hieraus die Oberbreite

$$x = [-k + \sqrt{(\tfrac{1}{3}.k^2 + 0{,}13015)}]\,h.$$

Eben ſo erhält man die Unterbreite

$$u = h\sqrt{(\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}13015)}$$

und den Flächeninhalt

$$F = \tfrac{1}{2}(x + u)h.$$

Für verſchiedene Werthe von k entſtehet folgende Tafel:

| k | 0 | $\frac{1}{48}$ | $\frac{1}{24}$ | $\frac{1}{18}$ | $\frac{1}{12}$ | $\frac{1}{8}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| x | 0,3608 h | 0,3401 h | 0,3199 h | 0,3066 h | 0,2806 h | 0,2429 h |
| u | 0,3608 h | 0,3609 h | 0,3615 h | 0,3621 h | 0,3639 h | 0,3679 h |
| F | 0,3608 $h^2$ | 0,3505 $h^2$ | 0,3407 $h^2$ | 0,3343 $h^2$ | 0,3222 $h^2$ | 0,3054 $h^2$ |

§. 184.

Bei einem trapezförmigen mit einer Hinterböſchung verſehenen Profile, deſſen Oberbreite dem fünften Theile der Höhe gleich iſt, findet man die einzelnen Momente, welche dem Umwerfen der Mauer widerſtehen, auf eine ähnliche Art wie §. 175.

$$\tfrac{2}{3}kh \;.\; \tfrac{1}{2}kgh^2 = \tfrac{1}{3}gk^2h^3$$

$$(kh + \tfrac{1}{10}h)\,\tfrac{1}{5}gh^2 = \tfrac{1}{5}g\,(k + \tfrac{1}{10})\,h^3;$$

$$g\,(kh + \tfrac{1}{5}h + \tfrac{1}{3}y)\,\tfrac{1}{2}hy;$$

$$e\,(kh + \tfrac{6}{5}h + \tfrac{2}{3}y)\,\tfrac{1}{2}hy = g\,(kh + \tfrac{1}{5}h + \tfrac{2}{3}y)\,\tfrac{1}{2}hy$$

weil für dieſen letzten Fall e nicht größer als g ſeyn kann. Dieſe Ausdrücke zuſammen genommen müſſen dem Moment des horizontalen Erddrucks $\frac{1}{6}eh^3N^2$ gleich ſeyn. Wird nun für dieſen Erddruck, nach §. 182., $\frac{3}{2}g$ ſtatt e geſetzt, ſo iſt derſelbe $= \frac{1}{4}gh^3N^2$, daher

$$\tfrac{1}{3}k^2h^3 + \tfrac{1}{5}(k + \tfrac{1}{10})h^3 + \tfrac{1}{2}(kh + \tfrac{1}{5}h + \tfrac{1}{3}y)hy + \tfrac{1}{2}(kh + \tfrac{1}{5}h + \tfrac{2}{3}y)hy = \tfrac{1}{4}h^3N^2$$

und hieraus die innere Ausladung

$$y = \frac{-40k - 3 + \sqrt{(800k^2 - 240k + 117)}}{30}\,.\,h.$$

Eben ſo findet man die Unterbreite

$$u = kh + \tfrac{1}{5}h + y$$

und den Flächeninhalt des Profils

$$F = \frac{1}{2}(x + u)h.$$

Für verſchiedene Werthe von k entſtehet nachſtehende Tafel

| k | 0 | $\frac{1}{48}$ | $\frac{1}{24}$ | $\frac{1}{18}$ | $\frac{1}{12}$ | $\frac{1}{8}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| y | 0,2605 h | 0,2255 h | 0,1914 h | 0,1693 h | 0,1264 h | 0,0658 h |
| u | 0,4605 h | 0,4463 h | 0,4330 h | 0,4248 h | 0,4097 h | 0,3908 h |
| F | 0,3302 $h^2$ | 0,3231 $h^2$ | 0,3165 $h^2$ | 0,3124 $h^2$ | 0,3048 $h^2$ | 0,2954 $h^2$ |

## §. 185.

Soll das trapezförmige Profil eine Fußbank erhalten, wenn die Oberbreite $= \frac{1}{5}h$ gegeben iſt, ſo erhält man alsdann, wenn das ſpecifiſche Gewicht der Erde, welche auf die Fußbank drückt, dem Gewichte des Mauerwerks gleich geſetzt wird, nach §. 177., die Unterbreite

$$u = h\sqrt{(\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}13015)}$$

Taf. XXXVI. Fig. 124. und hieraus mit Beibehaltung der §. 177 eingeführten Bezeichnung, nach Figur 124.

$$IF = u' = h'\sqrt{(\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}13015)}.$$

Es iſt aber auch

$$u' = kh' + \tfrac{1}{5}h, \text{ daher}$$

$$kh' + \tfrac{1}{5}h = h'\sqrt{(\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}13015)} \text{ oder}$$

$$h' = \frac{\frac{1}{5}h}{-k + \sqrt{(\frac{1}{3}k^2 + 0{,}13015)}}, \text{ alſo}$$

$$FC = h - h' = h - \frac{\frac{1}{5}h}{-k + \sqrt{(\frac{1}{3}k^2 + 0{,}13015)}}.$$

Ferner, weil $BC = u - (k + \frac{1}{5})h$, ſo findet man die Breite der Fußbank

$$BC = h[-\tfrac{1}{5} - k + \sqrt{(\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}13015)}].$$

Es iſt daher, wenn

$$\sqrt{(\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}13015)} = A \text{ geſetzt wird,}$$

die Höhe der Mauer $= h$;
die Oberbreite $= \frac{1}{5}h$;
die Ausladung der äußern Böſchung $= kh$;
die Unterbreite $u = Ah$;

die Höhe der Fußbank $= \left[1 - \frac{1}{5[A-k]}\right]h$;

die Breite der Fußbank $= [A - k - \frac{1}{5}]h$.

Dieſe

Dieſe allgemeinen Ausdrücke geben nach Verſchiedenheit der Böſchungen folgende Werthe.

| k | 0 | $\frac{1}{48}$ | $\frac{1}{24}$ | $\frac{1}{18}$ | $\frac{1}{12}$ | $\frac{1}{8}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unterbreite | 0,3607 h | 0,3609 h | 0,3615 h | 0,3621 h | 0,3639 h | 0,3679 h |
| Höhe der Fußbank | 0,4456 h | 0,4119 h | 0,3748 h | 0,3477 h | 0,2873 h | 0,1771 h |
| Breite der Fußbank | 0,1607 h | 0,1401 h | 0,1199 h | 0,1066 h | 0,0806 h | 0,0429 h |
| Flächeninhalt F | 0,2716 $h^2$ | 0,2681 $h^2$ | 0,2657 $h^2$ | 0,2647 $h^2$ | 0,2647 $h^2$ | 0,2771 $h^2$ |

## §. 186.

Erhält das Profil Figur 125. **zwei Fußbänke**, ſo iſt nach der §. 178. angenommenen Bezeichnung für $EA = \frac{1}{5}h$ (§.185.)

$$A = \sqrt{\left(\tfrac{1}{3}k^2 + 0{,}13015\right)}$$
$$u = Ah$$
$$AF = h' = \frac{\frac{1}{5}h}{A - k}$$

und bei gleich breiten Fußbänken

$$FH = \tfrac{1}{2}\left(A - k - \tfrac{1}{5}\right)h$$
$$Mk = Ah'' = MN + NK = kh'' + \tfrac{1}{5}h + \tfrac{1}{2}\left(A - k - \tfrac{1}{5}\right)h \text{ daher}$$
$$AN = h'' = \tfrac{1}{2}h\left[1 + \frac{1}{5(A-k)}\right]$$

und man findet die Höhe der oberſten Fußbank oder

$$FN = h'' - h' = \tfrac{1}{2}h\left[1 - \frac{1}{5(A-k)}\right].$$

Für die Höhe der unterſten Fußbank iſt

$$NC = h - h'' = \tfrac{1}{2}h\left[1 - \frac{1}{5(A-k)}\right].$$

Es erhalten alſo beide Fußbänke gleiche Höhe.

Iſt daher

die Höhe des Profils $= h$

die Oberbreite $= \frac{1}{5}h$

die Ausladung der äußern Böſchung $= kh$

ſo iſt, wenn zwei Fußbänke angelegt werden,

die Unterbreite u $= Ah$

die

die Höhe einer jeden Fußbank $\frac{1}{2}\left[1-\frac{1}{5(A-k)}\right]h$

Werden nach dieſen Ausmittelungen für verſchiedene Werthe von k die dazu gehörigen Abmeſſungen des Profils beſtimmt, ſo entſtehet folgende Tafel.

| k | 0 | $\frac{1}{48}$ | $\frac{1}{24}$ | $\frac{1}{18}$ | $\frac{1}{12}$ | [illegible] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unterbreite | 0,3607 h | 0,3609 h | 0,3615 h | 0,3621 h | 0,3639 h | 0,3679 h |
| Höhe jeder Fußbank | 0,2228 h | 0,2059 h | 0,1874 h | 0,1738 h | 0,1436 h | 0,0885 h |
| Breite jeder Fußbank | 0,0803 h | 0,0700 h | 0,0599 h | 0,0533 h | 0,0403 h | 0,0214 h |
| Flächeninhalt F. | 0,2537 $h^2$ | 0,2536 $h^2$ | 0,2544 $h^2$ | 0,2554 $h^2$ | 0,2589 $h^2$ | 0,2681 $h^2$ |

## §. 187.

Soll die Futtermauer Strebepfeiler erhalten, wenn vorausgeſetzt wird daß $\frac{3}{4}h$ die Länge, $\frac{1}{5}h$ die Breite der Strebepfeiler und h die lichte Entfernung derſelben bezeichnet, ſo findet man mit Beibehaltung der §. 180. angenommenen Bezeichnung, das Moment eines Strebepfeilers

$$\tfrac{1}{20}g(kh+\tfrac{1}{8}h+x)h^3$$

und die Momente der Mauer

$$\tfrac{2}{5}gk^2h^4+\tfrac{3}{5}g(2kh+x)h^2x$$

Das Moment des horizontalen Erddrucks iſt $=\frac{1}{6}eh^3N^2$ (§. 168) oder wenn $e=\frac{3}{2}g$ geſetzt wird $=\frac{1}{4}gh^3N^2$, alſo auf die Länge EH Figur 127.

$$\tfrac{6}{5}h.\tfrac{1}{4}gh^3N^2=\tfrac{3}{10}gh^4N^2$$

Wird dieſes Moment, den gefundenen Momenten der Mauer und des Strebepfeilers gleich geſetzt, ſo iſt

$$\tfrac{1}{20}(kh+\tfrac{1}{8}h+x)h^3+\tfrac{2}{5}k^2h^4+\tfrac{3}{5}(2kh+x)h^2x=\tfrac{3}{10}h^4N^2$$

Für $N^2=0{,}2603$ erhält man wenn die Gleichung nach x geordnet wird:

$$x^2+(2k+\tfrac{1}{12})hx+(\tfrac{2}{3}k^2+\tfrac{1}{12}k-0{,}1197)h^2=0$$

und hieraus die Oberbreite

$$x=-(k+\tfrac{1}{24})h+h\sqrt{(0{,}1214+\tfrac{1}{3}k^2)}$$

Für die äquirte Fläche erhält man wie §. 180.

$$F=(\tfrac{1}{2}kh+\tfrac{1}{24}h+x)h$$

Nachſtehendes Täfelchen enthält für verſchiedene Werthe der vordern Ausladung k, die dazu gehörigen Oberbreiten x nebſt dem äquirten Flächeninhalte F.

| k | 0 | $\frac{1}{24}$ | $\frac{1}{18}$ | $\frac{1}{12}$ | $\frac{1}{8}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Oberbreite x | 0,3069 h | 0,2661 h | 0,2528 h | 0,2268 h | 0,1893 h |
| Flächeninhalt F | 0,3485 $h^2$ | 0,3286 $h^2$ | 0,3222 $h^2$ | 0,3102 $h^2$ | 0,2726 $h^2$ |

Sollte die lichte Entfernung zweier Pfeiler von einander größer oder klei-ner ſeyn, als die Höhe der Futtermauer, ſo läßt ſich die erforderliche Rechnung zur Beſtimmung der Stärke der Mauer, auf eine ähnliche Art wie bei der vorſte-henden, leicht ausführen; auch hat es keine Schwierigkeiten, wenn die Abmeſ-ſungen der Pfeiler und die Stärke der Mauer gegeben ſind, daraus die erforder-liche Entfernung der Pfeiler von einander zu finden.

§. 188.

Nachſtehende Tafel gibt eine Ueberſicht der Werthe welche die Profilfläche F für verſchiedene Abmeſſungen der Futtermauern erhält.

| | Vord. Böſch. k | Oberbreite | Unterbreite | bei einer Fußbank Höhe | bei einer Fußbank Breite | bei zwei Fußbänken Höhe | bei zwei Fußbänken Breite | Entfernung der Strebepfeiler | Inhalt des Profils F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 183. | 0 | 0,3608 | 0,3608 | — | — | — | — | — | 0,3608 |
| | $\frac{1}{24}$ | 0,3199 | 0,3615 | — | — | — | — | — | 0,3407 |
| | $\frac{1}{18}$ | 0,3066 | 0,3621 | — | — | — | — | — | 0,3343 |
| | $\frac{1}{12}$ | 0,2806 | 0,3639 | — | — | — | — | — | 0,3222 |
| | $\frac{1}{8}$ | 0,2429 | 0,3679 | — | — | — | — | — | 0,3054 |
| 184. | 0 | 0, 2 | 0,4605 | — | — | — | — | — | 0,3302 |
| | $\frac{1}{24}$ | 0, 2 | 0,4330 | — | — | — | — | — | 0,3165 |
| | $\frac{1}{18}$ | 0, 2 | 0,4248 | — | — | — | — | — | 0,3124 |
| | $\frac{1}{12}$ | 0, 2 | 0,4097 | — | — | — | — | — | 0,3048 |
| | $\frac{1}{8}$ | 0, 2 | 0,3908 | — | — | — | — | — | 0,2954 |
| 185. | 0 | 0, 2 | 0,3607 | 0,4456 | 0,1607 | — | — | — | 0,2716 |
| | $\frac{1}{24}$ | 0, 2 | 0,3615 | 0,3748 | 0,1199 | — | — | — | 0,2657 |
| | $\frac{1}{18}$ | 0, 2 | 0,3621 | 0,3477 | 0,1066 | — | — | — | 0,2647 |
| | $\frac{1}{12}$ | 0, 2 | 0,3639 | 0,2873 | 0,0806 | — | — | — | 0,2647 |
| | $\frac{1}{8}$ | 0, 2 | 0,3670 | 0,1771 | 0,0429 | — | — | — | 0,2771 |
| 186. | 0 | 0, | 0,3607 | — | — | 0,2228 | 0,0808 | — | 0,2537 |
| | $\frac{1}{24}$ | 0, 2 | 0,3615 | — | — | 0,1874 | 0,0599 | — | 0,2544 |
| | $\frac{1}{18}$ | 0, 2 | 0,3621 | — | — | 0,1738 | 0,0533 | — | 0,2554 |
| | $\frac{1}{12}$ | 0, 2 | 0,3639 | — | — | 0,1436 | 0,0403 | — | 0,2589 |
| | $\frac{1}{8}$ | 0, 2 | 0,3679 | — | — | 0,0885 | 0,0214 | — | 0,2681 |
| 187. | 0 | 0,3069 | 0,3069 | — | — | — | — | 1,0000 | 0,3485 |
| | $\frac{1}{24}$ | 0,2661 | 0,3078 | — | — | — | — | 1,0000 | 0,3286 |
| | $\frac{1}{18}$ | 0,2528 | 0,3083 | — | — | — | — | 1,0000 | 0,3222 |
| | $\frac{1}{12}$ | 0,2268 | 0,3101 | — | — | — | — | 1,0000 | 0,3102 |
| | $\frac{1}{8}$ | 0,1893 | 0,3143 | — | — | — | — | 1,0000 | 0,2726 |

§. 189.

Die Theorie der Futtermauern iſt ſeit langer Zeit ein Gegenſtand ſcharfſinniger Unterſuchungen geweſen und die vorhandenen Schriften von Belidor, Boſſût, Brûnings, Coulomb, Couplet, Fuß, Kinsky, Prony, Woltmann, Yepey ꝛc. welche in dem angehängten Bücherverzeichniß vollſtändig angeführt ſind, geben ſo verſchiedene Anſichten über dieſe Materie, daß es nicht befremden darf, wenn die Reſultate, welche aus dieſen Theorien gezogen ſind, merklich von einander abweichen.

---

## II. Abhandlung.

### Beſtimmung des Orts, wo die Erdanker bei Bollwerkspfählen angebracht werden müſſen.

§. 190.

In der vertikalen Wand KL, Figur 128., ſei ein horizontaler Balken CD bei C eingemauert. In der Entfernung CD = c ſei ein Gewicht R im Stande, denſelben zu zerbrechen, ſo iſt cR das Moment dieſer Kraft, und man findet für jede andere Länge des Balkens die erforderliche Kraft, mit Beiſeiteſetzung vom Gewicht des Balkens, wenn man dieſes Moment durch die Länge dividirt. Tafel XXXVI. Fig. 128.

§. 191.

Ein horizontaler Balken AB, Figur 129., welcher in A und B frei aufliegt, ſoll in G ſo mit Gewichten belaſtet werden, daß er bei G entzwei bricht, man ſucht die Größe dieſes Gewichts. Es ſei AG = a, GB = b, das in G erforderliche Gewicht = P, und der Druck auf A = Q. Alsdann iſt nach bekannten ſtatiſchen Lehren, für das Gleichgewicht mit der Kraft P, Fig. 129.

$$Q = \frac{b}{a+b} P,$$

und es iſt einerlei, ob der Balken in A und B aufliegt, und durch das Gewicht P in G gebrochen wird, oder ob er in G und B befeſtiget iſt und durch das Gewicht Q zerbricht. Hat nun der Balken AB mit dem Balken CD, Figur 128 (§. 190) gleiche Feſtigkeit, ſo iſt Fig. 128.

$$aQ = cR, \text{ daher}$$

$$\frac{ab}{a+b} P = cR, \text{ oder}$$

$$P = \frac{a+b}{ab} \cdot cR.$$

Tafel XXXVI. Fig. 130.

## §. 192.

Ein horizontaler Balken AE, Figur 130., iſt bei A eingemauert und bei B unterſtützt; in G und E ſollen Gewichte W und R aufgehängt werden, damit der Balken bei A, G und B zerbreche; man ſucht die Größe von W, wenn bekannt iſt, daß R in der Entfernung EB den Balken bei B zerbricht?

Es ſei AG = a, GB = b, BE = c.

Läge der Balken frei und wäre nur in A und B unterſtützt, ſo würde ein Gewicht

$$\frac{a+b}{ab} cR$$

zureichen, denſelben bei G zu zerbrechen. Damit aber bei A und B ein Bruch erfolge, ſei in G noch eine Kraft p und p′ nöthig, wovon die erſtere den Bruch bei A und die letztere bei B bewirke, ſo iſt, weil p′ eben ſo viel wirken muß als R,

$$bp' = cR, \text{ alſo } p' = \frac{cR}{b}$$

und weil der Balken bei A eben die Feſtigkeit wie bei B hat, ſo muß ebenfalls ap = cR ſeyn, alſo

$$p = \frac{cR}{a}.$$

$$\text{Es iſt daher } W = \frac{a+b}{ab} cR + p + p', \text{ oder}$$

$$W = \frac{a+b}{ab} cR + \frac{cR}{a} + \frac{cR}{b} = 2 \frac{a+b}{ab} cR.$$

**Anmerkung.** Dieſe Beſtimmungen ſetzen voraus, daß der Balken AB in A nach der Richtung GA eben ſo ſtark gezogen werde, als dies vom Gewicht W nach der Richtung AG geſchieht. Daſſelbe gilt von dem Punkte B, wo die Kraft R im Augenblick des Zerbrechens den Balken eben ſo ſtark nach BE biegen muß, als dies von W nach BG bewirkt wird. Gibt der Punkt A oder B nach, ſo nähert ſich die Art des Bruchs mehr den Voraus-

ausſetzungen des vorigen §. und wenn man $a = b = c$ ſetzt, welches $W = 4R$ giebt, ſo wird ſich W dem Werth 2R immer mehr nähern, je mehr die Befeſtigungen bei A und B nachgeben. **Belidor** hat wirklich durch Verſuche (Ingenieur-Wiſſenſchaft, 1. Theil, 4. Buch 3. Kap.) $W = 3R$ gefunden, welches beweiſt, daß ſeine Befeſtigungen nachgegeben haben.

## §. 193.

Wenn der Balken AE, Figur 131., in zwei Punkten B, B′ unterſtützt iſt, und bei G′ noch ein Gewicht W′ aufgehängt werden ſoll, welches auf eine ähnliche Art wie W zum Zerbrechen des Balkens beiträgt, ſo ſetze man Tafel XXXVI. Fig. 131.

$$AG' = a', \; G'B' = b', \; B'G = a, \; GB = b, \; BE = c;$$

nun iſt ſchon erwieſen, daß

$$W = 2\frac{a+b}{ab}cR$$

und ganz auf ähnliche Art findet man

$$W' = \frac{a'+b'}{a'b'}cR.$$

## §. 194.

Vorausgeſetzt, daß der horizontale Erddruck gegen eine vertikale Wand, Figur 132, deren Höhe $= h$ und Breite $= 1$ iſt, $= \frac{1}{2}eh^2N$ (§. 162) gefunden werde, wo e das Gewicht von einem Kubikfuß Erde bezeichnet, ſo liegt der Mittelpunkt des Drucks $\frac{2}{3}h$ unter der Krone oder Oberkante der Wand (§. 168.) Fig. 132.

Es ſei die Höhe der Wand $AD = h$, ſo iſt, wenn $DC = \frac{2}{3}h$, bei C der Mittelpunkt des Drucks und der geſammte Erddruck kann ſo angeſehen werden, als wenn in C nach horizontaler Richtung eine Kraft

$$V = \frac{1}{2}eh^2N$$

gegen die Wand AE wirkte.

Wird dieſe Wand bei B in der Entfernung $DB = x$ nach horizontaler Richtung dem Druck der Erde entgegen geſtützt, und man ſucht den Erddruck auf DB und AB, ſo iſt der Druck auf DB oder $R = \frac{1}{2}ex^2N$, und der dazu gehörige Mittelpunkt des Drucks in E, wenn $DE = \frac{2}{3}x$ iſt.

Der Erddruck auf BA ſei W, ſo iſt, weil $V = R + W$,

W =

$$W = V - R = \tfrac{1}{2}eh^2N - \tfrac{1}{2}ex^2N, \text{ oder}$$
$$W = \tfrac{1}{2}e\,(h^2 - x^2)N.$$

Der Mittelpunkt des Drucks von W liege in G, ſo iſt nach ſtatiſchen Lehren

$$DC \,.\, V = DE \,.\, R + DG \,.\, W$$

oder wenn $DG = y$ geſetzt wird

$$\tfrac{2}{3}h \,.\, \tfrac{1}{2}eh^2N = \tfrac{2}{3}x \,.\, \tfrac{1}{2}ex^2N + y \,.\, \tfrac{1}{2}e\,(h^2 - x^2)N;$$

und man findet den Abſtand DG für den Mittelpunkt des Drucks auf AB, oder

$$y = \tfrac{2}{3}\frac{h^3 - x^3}{h^2 - x^2} = \tfrac{2}{3}\frac{h^2 + hx + x^2}{h + x}.$$

## §. 195.

Tafel XXXVI. Fig. 133. Nimmt man ſtatt der Wand AD, Figur 132., einen eingerammten Pfahl an, Figur 133., gegen welchen Füllerde von der Höhe $AD = h$ drückt und ſetzt voraus, daß der Punkt B durch einen Erdanker BB′ gehalten werde, ſo iſt mit Beibehaltung der Bezeichnung im vorigen §. der Druck auf DB in E

$$R = \tfrac{1}{2}ex^2N,$$

der Druck auf AB in G

$$W = \tfrac{1}{2}e\,(h^2 - x^2)N$$

und die Entfernung DG oder

$$y = \tfrac{2}{3}\frac{h^2 + hx + x^2}{h + x}$$

die Kräfte R und W ſtreben den Pfahl zu biegen und wenn er nicht ſtark genug iſt, muß er zerbrechen. Liegt der Anker zu niedrig, ſo kann ihn ſchon die Kraft R allein zerbrechen, und es kommt darauf an, den Anker ſo zu legen, oder den Punkt B ſo zu beſtimmen, daß R und W gleiche Gewalt zum Zerbrechen des Pfahls ausüben. Wendet man daher dasjenige, was §. 192. für Balken erwieſen iſt, hier auf Pfähle an, ſo wird erfordert, daß nach der dortigen Bezeichnung

$$W = 2\frac{a+b}{ab}cR \text{ ſei.}$$

Es iſt aber

$$a + b = h - x$$
$$a = h - y$$
$$b = y - x$$

c =

$c = \frac{1}{3} x$ daher

$$W = \frac{2}{3} \frac{x(h-x)}{(h-y)(y-x)} R$$

oder wenn für W, R und y ſubſtituirt wird, ſo erhält man folgende Gleichung

$$x^4 + \frac{5}{4} hx^3 + \frac{3}{2} h^2 x^2 - \frac{1}{4} h^3 x - \frac{1}{2} h^4 = 0$$

woraus man durch Näherung findet

$$DB = x = 0{,}5113\ h \text{ oder beinahe } = \frac{1}{2} h$$

d. h. einen Erdanker an einen Bollwerkspfahl ſo anzubringen, daß die über dem Anker befindliche Füllerde eben ſo ſtark zum Zerbrechen des Pfahls wirke, als die unter dem Anker befindliche, muß derſelbe in der Mitte von der Höhe der Füllerde befeſtiget ſeyn.

Wäre hingegen der Bollwerkspfahl bei A nicht befeſtigt, ſondern eben ſo frei wie bei D, ſo würde erfordert daß der Anker auf den dritten Theil der Höhe, von A an gerechnet, angebracht werden müßte, weil der Mittelpunkt des Drucks auf den dritten Theil der Höhe der Erde fällt.

## §. 196.

Die Länge eines Bollwerkspfahls kann ſo beträchtlich ſeyn, daß es nothwendig wird, an denſelben zwei Anker bei B und B′ Figur 134. anzubringen. Tafel XXXVI. Fig. 134. Sollen dieſe zweckmäßig vertheilt werden, ſo wird erfordert, daß die Erde zwiſchen DB, BB′ und B′A gleich viel zum Zerbrechen des Pfahls beitrage; es ſei daher der horizontale Druck auf DB = R, auf BB′ = W, auf B′A = W′; ferner DA = h, DB = x, DB′ = z, und, wenn G und G′ die Mittelpunkte des Drucks von W und W′ ſind, DG = y, DG′ = u.

Nach dem vorigen §. iſt

$$R = \frac{1}{2} e x^2 N$$

$$W = \frac{1}{2} e (z^2 - x^2) N$$

$$y = \frac{2}{3} \frac{z^2 + zx + x^2}{z + x}$$

$$W = \frac{2}{3} \frac{x(z-x)}{(z-y)(y-x)} R$$

woraus man findet

$$x^4 + \frac{5}{4} zx^3 + \frac{3}{2} z^2 x^2 - \frac{1}{4} z^3 x - \frac{1}{2} z^4 = 0$$

und hieraus erhält man durch Näherung

$$x = 0{,}5113\ z$$

Nach

Nach §. 193. iſt ferner auf eine ähnliche Art

$$W' = \frac{1}{2} e(h^2 - z^2) N$$

$$u = \frac{2}{3} \frac{h^2 + hz + z^2}{h + z} N$$

$$W' = \frac{2}{3} \frac{z(h - z)}{(h - u)(u - z)} R$$

woraus man durch die Subſtitution erhält

$$2z^4 + hz^3 - 6(h^2 + x^2) z^2 + (h^3 - 6hx^2) z + 2h^4 = 0$$

Nun iſt $x = 0{,}5113 z$ alſo $x^2 = 0{,}2614 z^2$;

dieſen Werth in die zuletzt gefundene Gleichung geſetzt und abgekürzt, gibt

$$z^4 - 1{,}3170 hz^3 - 13{,}9017 h^2 z^2 + 2{,}317 h^3 z + 4{,}634 h^4 = 0.$$

Hieraus findet man durch Näherung

$z = 0{,}656 h$ oder beinahe $\frac{2}{3} h$, daher

$x = 0{,}5113 . 0{,}656 h = 0{,}335 h$ oder beinahe $\frac{1}{3} h$.

Es folgt hieraus, wenn zwei Anker an einen Bollwerkspfahl angebracht werden ſollen, daß die Höhe des Pfahls, ſo weit die Füllerde dagegen ſteht, in drei Theile getheilt wird, und an das Ende der beiden erſten Drittel ein Anker kommt.

---

III. Abhandlung

# III. Abhandlung.

## Ueber das Eindringen der Rammpfähle.

### §. 197.

Ein Körper, deſſen Maſſe Q iſt, befinde ſich in Ruhe während ein anderer mit der Maſſe P und Geſchwindigkeit c gegen denſelben ſtößt. Sind beide Körper vollkommen hart und unelaſtiſch, ſo erhalten ſie nach dem Stoße ein Beſtreben ſich mit einer Geſchwindigkeit v fort zu bewegen, und man findet (§. 44. m. Mechanik)

$$v = \frac{cP}{P+Q}$$

Im Augenblick des Stoßes ſoll beiden Körpern eine beſtändige Kraft R—P—Q entgegen wirken, ſo behalten ſie nach Verlauf der Zeit t′ nur noch eine gewiſſe Geſchwindigkeit v′ und man findet (§. 36. a. a. O.)

$$v' = v - 2gt' \frac{R-P-Q}{P+Q}$$

In der Zeit t ſoll die Maſſe zur Ruhe kommen, ſo wird für t′ = t, v′ = o; alſo

$$v = 2gt \frac{R-P-Q}{P+Q} \text{ oder}$$

$$t = \frac{v}{2g} \frac{P+Q}{R-P-Q}$$

Während der Zeit t werde der Weg e durchlaufen, ſo iſt (§. 36. a. a. O.)

$$e = vt - gt^2 \frac{R-P-Q}{P+Q}$$

und wenn der vorher für t gefundene Werth in dieſe Gleichung geſetzt wird

$$e = \frac{v^2}{4g} \frac{P+Q}{R-P-Q}$$

Wird ferner für v der oben gefundene Werth $\frac{cP}{P+Q}$ in die vorſtehende Gleichung geſetzt, ſo iſt

$$e = \frac{c^2}{4g} \frac{P^2}{(R-P-Q)(P+Q)}$$

und wenn h die Höhe bezeichnet, von welcher der Körper P fallen muß um die Geſchwindigkeit c zu erlangen, ſo iſt (§. 15. a. a. O.)

$$h = \frac{c^2}{4g} \text{ daher}$$

$$e = \frac{hP^2}{(R-P-Q)(P+Q)}$$

Bezeichnet nun bei einer Ramme
P das Gewicht des Rammklotzes,
h deſſen Fallhöhe,
Q das Gewicht des einzurammenden Pfahls,
e die Tiefe in welche er bei einem Schlage in die Erde eindringt,
R den Widerſtand des Erdreichs welches dem Eindringen des Pfahls entgegen wirkt,
ſo iſt, wenn während eines Schlags der Widerſtand R als unveränderlich angenommen wird, welches, wenn nur von einem Schlage die Rede iſt, ſehr wohl zuläßig iſt, wie oben

$$e = \frac{hP^2}{(R-P-Q)(P+Q)}$$

Für einerlei P, Q und R verhalten ſich daher die Tiefen zu welchen die Pfähle eindringen, wie die Fallhöhen des Rammklotzes oder wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten deſſelben.

Bei den vorherigen Unterſuchungen iſt vorausgeſetzt, daß Klotz und Pfahl unelaſtiſche Körper ſind. Wären ſie elaſtiſch, ſo würde der Klotz nach dem Falle zurück ſchnellen und die Geſchwindigkeit v, welche der Pfahl erhielte, wäre nach §. 45. m. M.

$$v = \frac{2cP}{P+Q}$$

Die in die Erde mit der Geſchwindigkeit v eindringende Maſſe iſt alsdann nur = Q, daher

$$e = \frac{v^2}{4g} \cdot \frac{Q}{R-Q},$$

oder wenn der für v gefundene Werth eingeführt wird

$$e = \frac{4c^2}{4g} \cdot \frac{P^2 Q}{(R-Q)(P+Q)^2} = \frac{4hP^2Q}{(R-Q)(P+Q)^2}$$

Innerhalb dieſer beiden für e gefundenen Werthe, muß der wahre Werth von e liegen, weil Kloß und Pfahl nur unvollkommen elaſtiſche Körper ſind. Weil ſich aber in der Wirklichkeit, die Rammklöße und Pfähle, mehr den ganz unelaſtiſchen als den vollkommen elaſtiſchen Körpern nähern, ſo wird der erſte Ausdruck

$$e = \frac{hP^2}{(R-P-Q)(P+Q)}$$

beibehalten werden.

In dieſer Formel bezeichnet R den Widerſtand welchen die Erde dem eindringenden Pfahl entgegen ſetzt, oder der Pfahl kann, außer ſeinem Gewichte Q, noch eine Laſt R — Q tragen ohne tiefer einzudringen, und nur ein größeres Gewicht als R — Q kann ein ferneres Eindringen bewirken. Aus dem letzten Ausdruck erhält man

$$R-Q = \frac{hP^2}{e(P+Q)} + P$$

Weil man aber einen Pfahl nie ſo ſtark belaſtet als grade zum Gleichgewicht erforderlich iſt, ſo erhält man, wenn demſelben nur der vierte Theil der Laſt aufgelegt wird, welche er tragen kann, dieſe **Belaſtung**

$$R-Q = \frac{hP^2}{4e(P+Q)} + \tfrac{1}{4}P$$

vorausgeſetzt daß der Pfahl ſtark genug iſt, ſich nicht unter der Belaſtung zu biegen.

Die Tiefe e, zu welcher ein Pfahl auf einen Schlag des Rammklotzes wenigſtens eindringen muß, um eine Laſt R — Q mit Sicherheit zu tragen, iſt alsdann

$$e = \frac{hP^2}{4(R-P-Q)(P+Q)}$$

Bei dem Gebrauche dieſer Ausdrücke iſt zu bemerken, daß P, Q, R nach einerlei Gewicht und e, h nach einerlei Längenmaaß ausgedrückt werden müſſen.

Nach einer von **Wanger** angegebenen Erfahrung, (Beiträge, S. 231.) ſind Pfähle mit einem 9 bis 10 Centner ſchweren Rammkloß bei der letzten Hitze von 20 Schlägen noch 4 bis 5 Zoll eingedrungen und hatten ſeit 20 Jahren jeder eine Laſt von 260 bis 270 Centnet getragen ohne daß man den geringſten Fehler am Bau bemerkte. Wird im Mittel $4\frac{1}{2}$ Zoll Eindringen auf 20 Schläge angenommen, ſo gibt dies auf jeden Schlag $e = \frac{9}{40} = 0{,}225$ Zoll. Man ſetze $P = 9\frac{1}{2}$, $Q = 9\frac{1}{2}$ und $R - Q = 265$ Centner; die Fallhöhe $h = 60$ Zoll, ſo findet man nach dem vorſtehenden Ausdruck die Tiefe

$$e = \frac{60 \cdot 9{,}5^2}{4(265 - 9{,}5) \cdot 19} = 0{,}278 \text{ Zoll.}$$

Hienach hätte der Pfahl bei den letzten 20 Schlägen noch $5\frac{1}{2}$ Zoll tief eindringen können, ſtatt daß nach der Mangerſchen Erfahrung dieſe Tiefe 4 bis 5 Zoll betragen hat.

Herrn Baudirektor **Woltmann** verdankt man ſehr gemeinnützige Unterſuchungen über den hier abgehandelten Gegenſtand, welche in ſeiner hierüber herausgegebenen Schrift: Ueber den Effekt des Ramms zum Eintreiben der Pfähle, enthalten ſind.

Die hier vorgelegte Aufgabe iſt ohne Hülfe der höhern Analyſis aufgelößt und die Abweichung der Reſultate von den Woltmannſchen rührt daher, daß Hr. Woltmann die bewegende Kraft $= -R$ ſetzt, ſtatt daß ſie hier $P + Q - R$ iſt. Frühere Unterſuchungen findet man in einer Abhandlung von Lambert: ſur la fluidité du ſable etc. in den Nouv. mem. de l'acad. de Berlin, Année 1772. p. 33. etc.

## §. 198.

Um zu überſehen, wie die Unterſuchung über das Einrammen der Pfähle mit Rückſicht auf die Tiefe, bis zu welcher der Pfahl eindrigt, allgemeiner behandelt werden könnte, kann nachſtehende Auseinanderſetzung dienen. Weil ein jeder Pfahl mit einer langen Spitze verſehen wird, ſo treibt er die Erde, welche ihn am Eindringen hindert, von der Seite weg, und dieſe verzögert durch Anpreſſung,

preſſung, Reibung und Adhäſion, welche ſie gegen den Umfang des Pfahls nach ſeiner ganzen Länge, ſo weit er in der Erde ſteckt, ausübt, das weitere Eindringen deſſelben. In Erdreich, welches durchgängig gleichförmig iſt, kann man daher annehmen, daß einerlei Pfahl bei einer doppelt ſo großen Tiefe, auch doppelt ſo viel Kraft erfordere, um etwas tiefer eingetrieben zu werden, als bei der einfachen Tiefe, oder daß ſich für einerlei Pfähle in einerlei Boden, die Laſten, welche die Pfähle tragen können, eben ſo wie ihre Tiefen in der Erde verhalten.

Mit Beibehaltung der ſchon angenommenen Bezeichnung ſei Tafel XXXVI. Fig. 135.

- l die Länge des Pfahls in der Erde = AB, Figur 135.
- e die Länge, um welche er bei dem nächſten Schlage tiefer in die Erde dringt = BD.
- v′ die Geſchwindigkeit des Pfahls, wenn er nach erhaltenem Schlage den Weg x = BC durchlaufen hat und in C angelangt iſt.
- R′ der Widerſtand des Bodens auf die Länge l + x = AC.
- a irgend eine Tiefe AE, in welcher der Widerſtand des Bodens dem Gewichte P + Q gleich iſt.

Nach dem Vorhergehenden verhält ſich

$$a : l + x = P + Q : R', \text{ alſo iſt } \frac{R'}{P+Q} = \frac{l+x}{a}.$$

Befindet ſich der Pfahl mit ſeiner Spitze in C, ſo iſt die bewegende Kraft = P + Q − R′, die bewegte Maſſe = P + Q, alſo die beſchleunigende Kraft

$$\frac{P+Q-R'}{P+Q} = 1 - \frac{R'}{P+Q} = 1 - \frac{l+x}{a}.$$

Nach §. 38. meiner Mechanik (III.) iſt aber

$$2v'dv' = 4g\left(1 - \frac{l+x}{a}\right)dx$$

dies integrirt giebt

$$\frac{av'v'}{4g} = (a-l)\,x - \tfrac{1}{2}x^2 + \text{Const.}$$

Für x = o wird v′ = v, alſo Const $= \frac{av^2}{4g}$, daher

$$\frac{av'v'}{4g} = (a-l)x - \tfrac{1}{2}x^2 + \frac{av^2}{4g}.$$

Für

Für $v' = 0$ wird $x = e$, alſo

$$0 = (a-l)e - \frac{1}{2}e^2 + \frac{av^2}{4g}$$

oder weil nach dem vorigen §., $\frac{v^2}{4g} = \frac{hP^2}{(P+Q)^2}$ iſt

$$(I.)\quad e^2 + 2(l-a)e = \frac{2ahP^2}{(P+Q)^2}.$$

Hieraus findet man

$$(II.)\quad e = a - l + \sqrt{\left[(a-l)^2 + \frac{2ahP^2}{(P+Q)^2}\right]}$$

oder wenn $\frac{2ahP^2}{(P+Q)^2} = A$ geſetzt wird

$$e = a - l + \sqrt{[(a-l)^2 + A]}.$$

Iſt nun $e'$ die Tiefe, zu welcher der Pfahl nach dem allererſten Schlag in die Erde eindringt, vorausgeſetzt, daß er ſich ſchon um die Tiefe $a$ in der Erde befinde, ſo iſt hier $a = l$, alſo

$$e' = \sqrt{A}.$$

Wird die Tiefe des Eindringens beim zweiten, dritten .... Schlage, mit $e''$, $e'''$ ... und bei dem nten, mit $e^N$ bezeichnet, ſo erhält man, weil für den zweiten Schlag $l = a + \sqrt{A}$ iſt,

$$e'' = \sqrt{2A} - \sqrt{A}$$

für den dritten

$$e''' = \sqrt{3A} - \sqrt{2A} \text{ u. ſ. w.}$$

und endlich für den nten Schlag

$$e^N = \sqrt{nA} - \sqrt{[(n-1)A]}.$$

Die Länge des Pfahls in der Erde, wenn $a$ nicht mitgerechnet wird, iſt daher
nach dem erſten Schlage $= e'$ oder $\sqrt{A}$
nach dem zweiten Schlage $= e' + e''$ oder $\sqrt{2A}$
nach dem dritten Schlage $= e' + e'' + e'''$ oder $\sqrt{3A}$
und überhaupt nach dem nten Schlage $= \sqrt{nA}$.

Hieraus folgt, daß ſich bei einem gleichartigen Boden unter übrigens gleichen Umſtänden, die Tiefen, zu welchen die Pfähle eindringen, wie die Quadratwurzeln aus der Anzahl Schläge verhalten.

Hätte

Hätte ein Pfahl nach n Schlägen die Tiefe L erreicht, ſo findet man

$$L = a + \sqrt{nA} = a + \frac{P}{P+Q}\sqrt{(2nah)}.$$

§. 199.

In der Tiefe $\alpha$ ſei der Widerſtand der Erde dem Gewichte des Pfahls Q gleich, ſo verhält ſich

$$a : \alpha = P+Q : Q, \text{ daher iſt } a = \frac{\alpha(P+Q)}{Q}$$

Aus der letzten Gleichung des vorigen §. erhält man

$$(L-a)^2 = \frac{2nahP^2}{(P+Q)^2}$$

wird in dieſe Gleichung der für a gefundene Werth geſetzt, ſo findet man die Anzahl der Schläge welche erfordert wird, damit der Pfahl bis zur Tiefe L eindringe,

$$n = \frac{P+Q}{2\alpha hP^2Q}\left[(L-\alpha)Q - \alpha P\right]^2.$$

Eine Ramme leiſtet offenbar die größte Wirkung, wenn zum Einrammen eines beſtimmten Pfahls die wenigſten Menſchen in der kürzeſten Zeit erfordert werden, oder wenn das Produkt aus der Anzahl der Arbeiter mit der Zeit welche nöthig iſt den Pfahl einzuſchlagen, ein Kleinſtes wird. Die Zahl der Arbeiter richtet ſich nach dem Gewichte des Rammklotzes P, etwa auf jeden Centner 3 Mann; es iſt alſo die Zahl der Arbeiter dem Gewichte P proportional. Die Zeit welche zum Einrammen nöthig iſt, hängt von der Anzahl der Schläge n ab, welche der Pfahl erhalten muß um zur erforderlichen Tiefe einzudringen. Es iſt daher die Ramme am vortheilhafteſten angeordnet, wenn das Produkt nP, welches dem Produkte aus der Zeit in die Mannſchaft proportional iſt, oder wenn

$$nP = \frac{P+Q}{2\alpha hPQ}\left[(L-\alpha)Q - \alpha P\right]^2.$$

den kleinſt möglichen Werth erhält. Nun ſind $\alpha$, h, L, Q gegebene oder beſtändige Größen und nur durch die Veränderung des Gewichts P vom Rammklotze, kann der Zweck erreicht werden, weshalb nach den gewöhnlichen Lehren vom Größten und Kleinſten P aus der obigen Gleichung beſtimmt werden muß. Es iſt

$$\frac{d[nP]}{dP}$$

$$\frac{d[nP]}{dP}=\frac{1}{2\alpha hQ}\left[2\alpha^2P-(2L-3\alpha)\alpha Q-\frac{(L-\alpha)^2Q^3}{P^2}\right]$$

$$\frac{d^2[nP]}{dP^2}=\frac{1}{\alpha hQ}\left[\alpha^2+\frac{(L-\alpha)^2Q^3}{P^3}\right]$$

Wird $\frac{d[nP]}{dP}=0$ geſetzt, ſo erhält man die Gleichung

$$P^3-\frac{2L-3\alpha}{2\alpha}QP^2-\frac{(L-\alpha)^2}{2\alpha^2}Q^3=0$$

und daraus für P folgende drei Werthe

$$P=\frac{L-\alpha}{\alpha}Q$$

$$=-\tfrac{1}{4}Q+\tfrac{1}{4}Q\sqrt{\left[\frac{9\alpha-8L}{\alpha}\right]}$$

$$=-\tfrac{1}{4}Q-\tfrac{1}{4}Q\sqrt{\left[\frac{9\alpha-8L}{\alpha}\right]}$$

wovon die beiden letzten imaginair ſind, weil jedesmal L viel gröſser als $\alpha$ iſt. Wird der reelle Werth für P in die zweite Differenzialgleichung geſetzt, ſo entſtehet ein poſitiver Ausdruck, daher wird in dem Fall wenn das Gewicht des Rammklotzes

$$P=\frac{L-\alpha}{\alpha}Q$$

angenommen wird, das Product nP ein Kleinſtes und deshalb die Ramme die vortheilhafteſte Einrichtung erhalten, wenn P dieſem Ausdruck gemäſs beſtimmt wird. Nun iſt aber L oder die Tiefe bis zu welcher der Pfahl eingeſchlagen wird, ſehr vielmal gröſser als die Tiefe $\alpha$ zu welcher ſich der Pfahl durch ſein eigenes Gewicht in das Erdreich eindrücken wird; es folgt alſo hieraus das die Ramme deſto vortheilhafter eingerichtet iſt, wenn der Rammkloz ſo ſchwer angenommen wird, als es die übrigen Umſtände zulaſſen.

Nach Lamberts Unterſuchungen (p. 50. a. a. O.) erhält die Ramme die vortheilhafteſte Einrichtung, wenn das Gewicht des Klotzes, dem Gewichte des Pfahls gleich iſt.

## §. 200.

Für die Tiefe $l+e$ ſei der Widerſtand der Erde oder das Gewicht welches der Pfahl tragen kann $=R$, ſo verhält ſich §. 198.

a:

$a : l + e = P + Q : R$ alſo $a = \frac{P+Q}{R}(l+e)$

Wird dieſer Werth für a in die Gleichung (I) §. 198. geſetzt, ſo erhält man nach gehöriger Abkürzung

$$e\frac{l+\frac{1}{2}e}{l+e}(P+Q)R = e(P+Q)^2 + hP^2;$$

wird alsdann der Bruch $\frac{l+\frac{1}{2}e}{l+e} = 1$ geſetzt, ſo erhält man

$$e(P+Q)R = e(P+Q)^2 + hP^2.$$

und daraus wie §. 197.

$$e = \frac{hP^2}{(P+Q)(R-P-Q)}$$

oder man findet mit Bezug auf die Bemerkung §. 197. die Tiefe zu welcher ein Pfahl auf den letzten Schlag des Rammklotzes eindringen muß, um eine Laſt R — Q mit Sicherheit zu tragen.

$$e = \frac{hP^2}{4(P+Q)(R-P-Q)}$$

Mit Hülfe dieſes Ausdrucks ſind nachſtehende Tafeln berechnet worden, welche dazu dienen, aus der Tiefe, zu welcher der Pfahl bei einem beſtimmten Rammklotze während der letzten Hitze in die Erde gedrungen iſt, die Laſt zu beurtheilen welche derſelbe mit Sicherheit tragen kann.

| Laſt, welche der Pfahl tragen kann. (R — Q) | Gewicht des Rammklotzes (P) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 Centner | | | 8 Centner | | | 10 Centner | | |
| | Gewicht des Pfahls (Q) | | | Gewicht des Pfahls (Q) | | | Gewicht des Pfahls (Q) | | |
| | 4 Centn. | 8 Centn. | 12 Centn. | 4 Centn. | 8 Centn. | 12 Centn. | 4 Centn. | 8 Centn. | 12 Centn. |
| Centner. | Wie viel Zoll der Pfahl auf 20 Schläge eindringen muß, um die Laſt zu tragen (20e) | | | | | | | | |
| 50 | 24,5 | 17,5 | 13,6 | 38,1 | 28,5 | 22,8 | 53 6 | 41,7 | 34,1 |
| 100 | 11,5 | 8,2 | 6,3 | 17,4 | 13,0 | 10,4 | 23,8 | 18 5 | 15,2 |
| 150 | 7,5 | 5,3 | 4,2 | 11,2 | 8,4 | 6,7 | 15 3 | 11,9 | 9,7 |
| 200 | 5,6 | 3,9 | 3,1 | 8,3 | 6,2 | 5,0 | 11,3 | 8,7 | 7,2 |
| 250 | 4,4 | 3,1 | 2,4 | 6,6 | 4,9 | 3,9 | 8,9 | 6,9 | 5,7 |
| 300 | 3,7 | 2,6 | 2,0 | 5,5 | 4,1 | 3,3 | 7,4 | 5,7 | 4,7 |
| 350 | 3,1 | 2,2 | 1,7 | 4,9 | 3,5 | 2,8 | 6,3 | 4,9 | 4,0 |
| 400 | 2,8 | 1,9 | 1,5 | 4,1 | 3,1 | 2,4 | 5,5 | 4,2 | 3,5 |
| 450 | 2,4 | 1,7 | 1,3 | 3,6 | 2,7 | 2,2 | 4 9 | 3,8 | 3,1 |
| 500 | 2,2 | 1,6 | 1,2 | 3,2 | 2,4 | 2,0 | 4,4 | 3,4 | 2,8 |

| Laſt, welche der Pfahl tragen kann. (R — Q) | Gewicht des Rammklotzes (P) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12 Centner | | | 15 Centner | | | 18 Centner | | |
| | Gewicht des Pfahls (Q) | | | Gewicht des Pfahls (Q) | | | Gewicht des Pfahls (Q) | | |
| | 6 Centn. | 12 Centn. | 18 Centn. | 6 Centn. | 12 Centn. | 18 Centn. | 6 Centn. | 12 Centn. | 18 Centn. |
| Centner | Wie viel Zoll der Pfahl auf 20 Schläge eindringen muß, um die Laſt zu tragen (20e) | | | | | | | | |
| 100 | 27,2 | 20,4 | 16,3 | 37,8 | 29 4 | 24,1 | 49,4 | 39,5 | 32,9 |
| 150 | 17,4 | 13,0 | 10,4 | 23,8 | 18,5 | 15,1 | 30,7 | 24,6 | 20,4 |
| 200 | 12,8 | 9,6 | 7,6 | 17,4 | 13,5 | 11,1 | 22,2 | 17,9 | 14,8 |
| 250 | 10,1 | 7,5 | 6,1 | 13,7 | 10,6 | 8,7 | 17,4 | 13,9 | 11,6 |
| 300 | 8,3 | 6,3 | 5,0 | 11,3 | 8,7 | 7,2 | 14,4 | 11,5 | 9,6 |
| 350 | 7,1 | 5,3 | 4,2 | 9,6 | 7,4 | 6,1 | 12,2 | 9,7 | 8,1 |
| 400 | 6,2 | 4,7 | 3,7 | 8,3 | 6,5 | 5,3 | 10,6 | 8,5 | 7,1 |
| 450 | 5,5 | 4,1 | 3,3 | 7,4 | 5 9 | 4 7 | 9,3 | 7,5 | 6,2 |
| 500 | 4,9 | 3,7 | 2,9 | 6,6 | 5,1 | 4,2 | 8,4 | 6,7 | 5,6 |
| 550 | 4,4 | 3,3 | 2,7 | 6,0 | 4,6 | 3,8 | 7,6 | 6,1 | 5,1 |
| 600 | 4,1 | 3,1 | 2,4 | 5,5 | 4,2 | 3,5 | 6,9 | 5,6 | 4,6 |

Fort-

# Fortſetzung des Verzeichniſſes von den angeführten Schriften.

Belidor, Ingenieur-Wiſſenſchaft bei auszuführenden Veſtungswerken und bürgerlichen Gebäuden. A. d. Franz. überſetzt. Erſter Theil (m. 36 K.) Nürnberg, 1757. 4.

Boſſut's und Viallet's Unterſuchung über die beſte Conſtruction der Deiche. A. d. Franz. überſ. v. C. Krönke. m. 7 K. Frankf. a. M. 1798. 4.

C. L. *Brunings*, Verhandeling over de zydelingsche drukking der Aaarde, en de hiernaar te regelen afmetingen der Muuren. (1803)

*Coulomb*, Eſsai ſur une application des règles de Maximis et Minimis à quelques Problèmes de ſtatique, relatifs à l'Architecture. — Mèmoires de mathématique et de physique, présentés à l'acad. de Paris. Année 1773. à Paris 1776. 4. pag. 343 — 382.

*Couplet*, de la pouſsée des terres contre leurs revestemens, et la force des revestemens qu'on leur doit opposer. — Mem. de l'acad. de Paris, Année 1726. p. 147 — 233. & Année 1727. p. 200 — 260. Eine deutſche Ueberſetzung befindet ſich in Böhms Magazin für Ingen. und Artiller. fortgeſ. von Hauf. 12r Bd. Frankfurth 1795. S. 60 — 126. 8.

J. C. Eiſelen, Ausführliche Abhandlung inſonderheit über das Kalkbrennen mit Torf. m. 3 Kupf. Berlin, 1793. 8.

J. R. Forſter, auf Vernunft und Erfahrung gegründete Anleitung den Kalk und Mörtel ſo zu bereiten, daß die damit aufzuführenden Gebäude ungleich dauerhafter ſeyn, auch im Ganzen genommen weniger Kalk verbraucht werde. Berlin, 1782. 8.

*Faujas de ſaint Fond*, Recherches ſur la Pouzolane, ſur la theorie de la chaux et ſur la cauſe de la dureté du mortiere ; à Grenoble et Paris 1778.

— — — Von der Puzzolane, und deren nützlichem Gebrauche zu allerhand Arten von Bau-Anlagen. A. d. Franz. überſ. von A. T. von Gersdorf m. 3 K. Dresden 1784. 8.

N. *Fuſs*, Examen théorétique des revêtemens à dos incliné et des revêtemens à aſsises inclinées, proposés par quelques auteurs de fortification. — Nova Acta acad. scient. Imp. Petropolitanae. Tomus XIII. Petrop. 1802. p. 80 — 100. 4.

D. Gilly, Handbuch der Landbaukunſt, zwei Theile m. K. Neue Aufl. Berlin, 1798. 4.

C. P. v. d. Hagen, Beſchreibung der Kalkbrüche bei Rüdersdorf. Berlin, 1785. 4.

J. G. Hoffmann, Die Hauszimmerkunſt. m. 23 K. Königsberg 1802. 8.

F. Kinsky, (des Grafen) Abhandlung vom Druck der Erde auf Futtermauern. Nebſt einem Anhang vom Abrollen der Erde, vom Hrn. Hauptm. v. Zach. m. 10 K. W. Neuſtadt 1788. 8.

*Lambert* sur la fluidité du sable, de la terre et d'autres corps mous. In den Nouv. Memoires de l'acad. de Berlin. Année 1772. p. 33 — 64.

Geſammlete Nachrichten von dem Verfahren der Holländer wenn ſie waſſerdichtes Mauerwerk machen. In zwey Sendſchreiben, m. 2 K. Dresden und Leipzig 1774. 8.

(Silberſchlag), Abhandlung vom Waſſerbau an Strömen (m. 13 K.) Leipzig, 1756. 8.

J. E. Silberſchlag, Ausführliche Abhandlung der Hydrotechnik oder des Waſſerbaues. Erſter Th., m. 16 K. Leipzig, 1772. Zweiter Theil m. 14 K. 1773. 8.

Simon, über die Natur des Kalkſteins, in den Samml. v. Nachr. u. Auff. die Baukunſt betr. Jahrg. 1799. 2r Bd. S. 96 — 112. Jahrg. 1800. 1 Bd. S. 53 — 78.

Der Terraſſierer, oder die Kunſt Terraſſen und andere abgedachte Erdwände mit Erde, Raſen und mit trocknem Mauerwerke zu bekleiden. m. 3 K. Weimar 1803. 4.

Geſammlete Nachrichten von dem in den vereinigten Niederländiſchen Provinzen gebräuchlichen Cemente aus Traſſe, oder gemahlnen Cöllnſchen und Andernachſchen Tuffſteine. In dreien Sendſchreiben. Dresden und Leipzig, 1773. 8.

Wiebeking, Allgemeine auf Geſchichte und Erfahrung gegründete theoretiſch-praktiſche Waſſerbaukunſt. 3r Band m. 17 K. Darmſtadt, 1801. 4.

R. Woltmann, Beiträge zur hydrauliſchen Architektur. Drttter Band m. 4 K. Göttingen, 1794. Vierter Band, m. 5 K. 1799. 8.

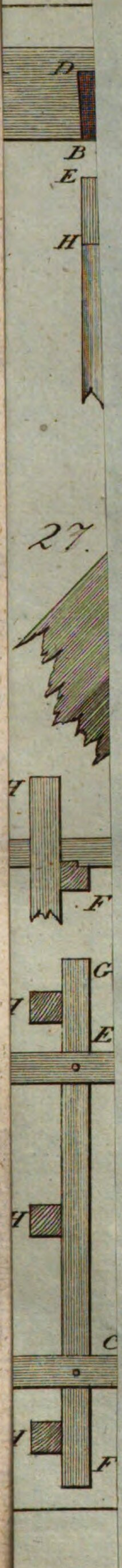
R. *Woltmann*, Recherches théoriques et expérimentales sur l'effet des machines et outils, dont on se sert pour produire des mouvemens instantanés; principalement sur l'effet du mouton pour l'enfoncement des pieux. Avec une traduction allemande et 5 figures. à Göttingue 1804. 8.

N. *Ypey*, Verhandeling over de Profilen der Muuren. — Verhandelingen der Haarlemſche Maatſchappy 6 D. 2 St. p. 516 — 542. 8. Eine deutſche Ueberſetzung befindet ſich in Böhms Magazin für Ingenieur und Artilleriſten, 4r Bd. Gießen, 1778. S. 93 — 118. 8.

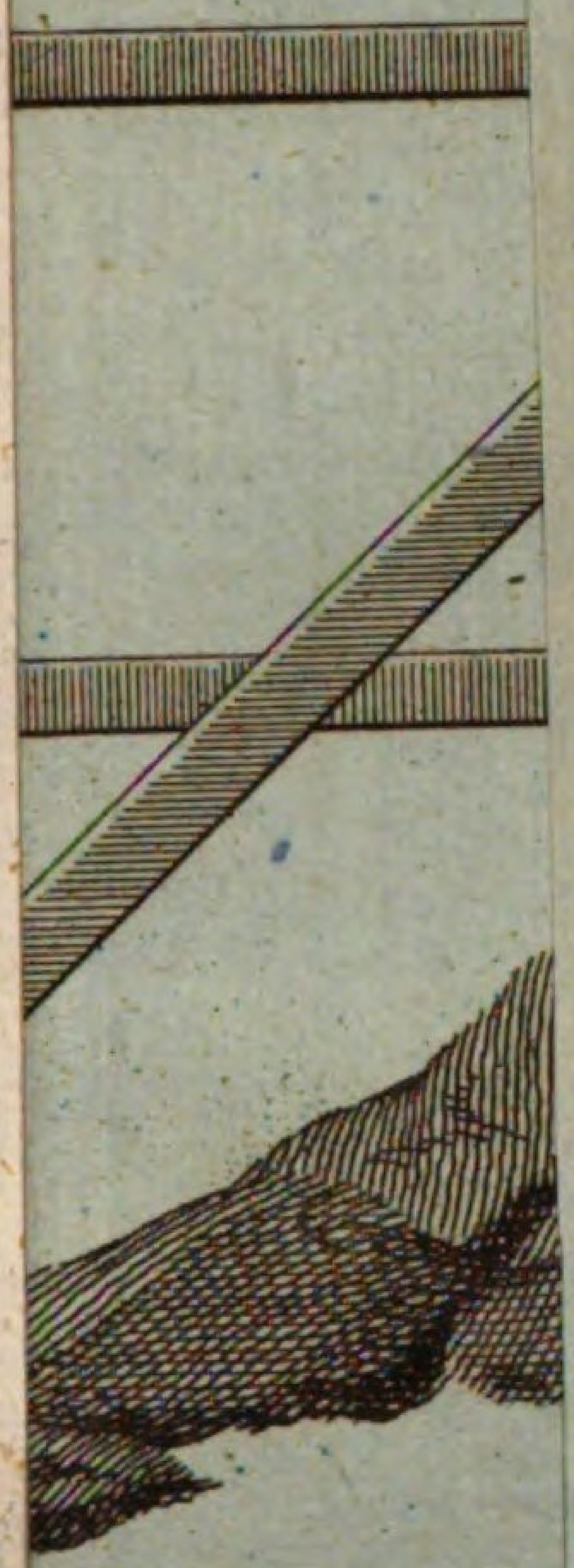
C. L. Ziegler, Beantwortung der vom K. Preuß. General-Directorio ausgeſetzten Preisfrage über die Urſachen der Feſtigkeit alter römiſcher und gothiſcher Gebäude und die Mittel, gleiche Dauerhaftigkeit bei neuen Mauerwerken zu erhalten. Berlin, 1776. 4.

---

A
13.
C


D
B
E
H
27.
H
F
G
H
E
H
C
H
F

34

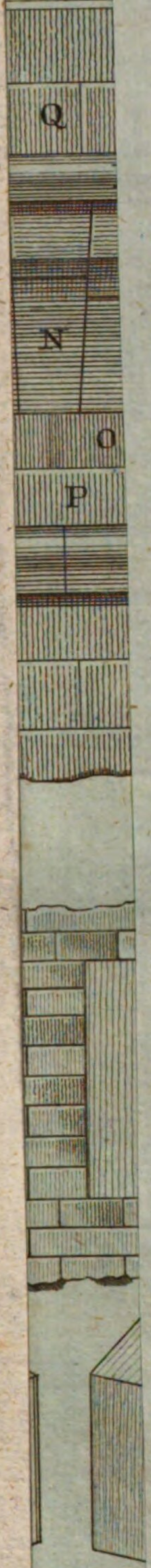


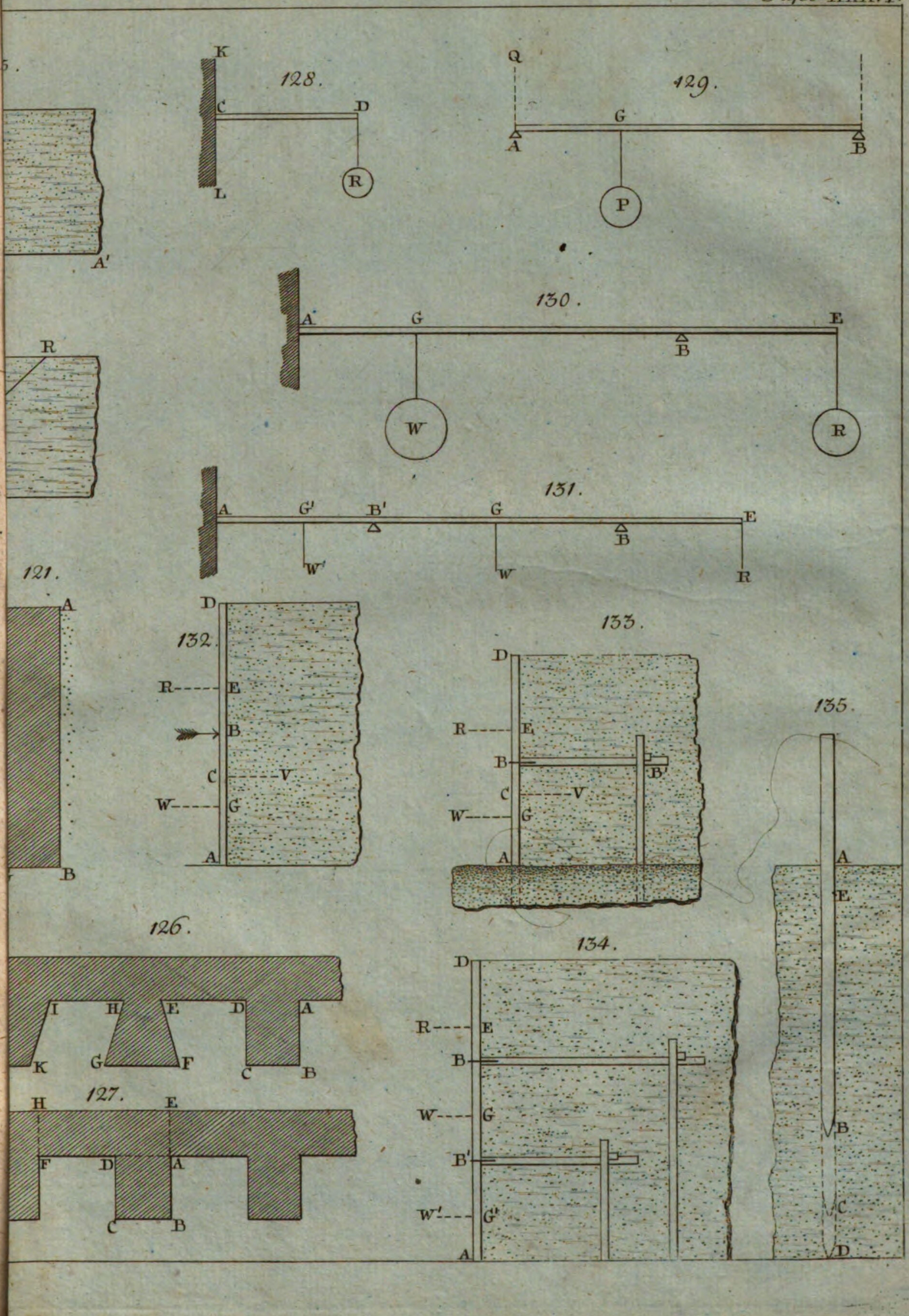
39

65

102
B

113.




121.
126.
127.
128.
129.
130.
131.
132.
133.
134.
135.
K
C
D
L
R
Q
G
A
B
P
A'
W
E
G'
B'
W'
V
H
I
K
F

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Gilly, David

Praktische Anweisung zur Wasserbaukunst, welche eine Anleitung zur Entwerfung, Veranschlagung und Ausführung der am gewöhnlichsten vorkommenden Wasserbaue enthält
Bd.: 3

Berlin 1805

Augsburg, Staats- und Stadtbibliothek -- 4 Techn 83
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11224711-0